

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Навчально-науковий інститут природокористування
(інститут)

Кафедра Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню _____ бакалавра
освітньо-кваліфікаційний рівень (бакалавра., магістра)

Студента _____ Кретова Олександра Ігоровича
(ПІБ)

академічної групи _____ 184-20зск-7
(шифр)

спеціальності: _____ 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ _____ «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою _____ «Гірництво»
(офіційна назва)

на тему: _____ «Удосконалення видобувних робіт при розробці
Петровського родовища гранітів».
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи:	Пчолкін Г.Д.			
розділів:				
Загальні положення	Пчолкін Г.Д.			
Технологічний	Пчолкін Г.Д.			
Кар'єрний транспорт	Ширін Л.Н.			
Охорона праці	Симанович Г.А.			

Рецензент	Черняєв О.В.			
-----------	--------------	--	--	--

Нормоконтролер	Пчолкін Г.Д.			
----------------	--------------	--	--	--

Дніпро
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт

_____ Б.Ю. Собко
 (підпис)

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр
 (бакалавр, спеціаліст, магістр)

Студенту Кретову Олександровичу академічної групи 184-20зск-7
 (ПІБ) (шифр)

спеціальності: 184 Гірництво

спеціалізації «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»
 (офіційна назва)

на тему: «Удосконалення видобувних робіт при розробці
Петровського родовища гранітів».
 (назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
 від _____ № _____

Розділ	Найменування етапів роботи	Термін виконання
Розділ 1	Загальні положення і вихідні дані	05.05.2023
Розділ 2	Технологія розробки родовища	30.05.2023
Розділ 3	Кар'єрний транспорт	10.06.2023
Розділ 4	Охорона праці	20.06.2023

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Г.Д. Пчолкін
 (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 18.04.2023 р.

Термін подання до екзаменаційної комісії 20.07.2023 р.

Прийняв до виконання

_____ (підпис студента)

О.І. Кретов
 (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 55 сторінок, 3 рисунки, 11 таблиць, 14 літературних джерела, 10 слайдів - демонстраційні матеріали.

Об'єкт розробки: Петровське родовище гранітів.

Мета кваліфікаційної роботи: розробити ефективну технологію видобувних робіт в умовах розробки Петровського родовища гранітів.

У технологічному розділі наведено короткий опис сучасного стану гірничих робіт на кар'єрі. Наведено розрахунок основних параметрів системи розробки. Розглянуто питання ведення буро-вибухових робіт. Запропоновано технологію ведення видобувних робіт із застосуванням мобільного дробильно-сортувального комплексу (установки) - МДСУ фірми - TEREX, що мають продуктивність яка забезпечить річний об'єм видобутку корисної копалини, який розташований безпосередньо у виробленому просторі кар'єру. Комплекс МДСУ складається з дробильної установки - Finlay J-1160 і сортувального вузла - Finlay 984 + Supertrak. Наведено параметри системи розробки при застосуванні МДСУ, а також розраховані експлуатаційні витрати по дробильно-сортувальному циклу виробництва готової продукції.

У розділі *"Кар'єрний транспорт"* - наведені показники транспортного комплексу, визначено продуктивність транспортного обладнання, а також потреби в цьому обладнанні.

У розділі *"Охорона праці"* - наведено заходи боротьби з пилом, заходи з охорони навколишнього середовища, техніка безпеки і охорона праці.

Ключові слова: КОРИСНА КОПАЛИНА, РОДОВИЩЕ, КАР'ЄР, ГІРНИЧІ РОБОТИ, ВИДОБУВНІ РОБОТИ, ГОРИЗОНТ, УСТУП, ЕКСКАВАТОР, АВТОСАМОСКИД.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ.....	7
1.1 Загальні відомості про район і розташування	7
1.2 Геологічна будова району родовища.....	9
1.3 Гідрогеологія родовища.....	11
1.4 Балансові та промислові запаси корисних копалин.....	11
1.5 Втрати корисної копалини.....	12
1.6 Радіаційно-гігієнічна оцінка корисної копалини	14
2 ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА	15
2.1 Вибір системи розробки.....	15
2.2 Розкривні роботи	16
2.3 Відвальні роботи.....	16
2.4 Видобувні роботи	17
2.5 Водовідлив та водовідведення	17
2.6 Електропостачання.....	18
2.7 Параметри системи розробки.....	19
2.7.1 Кути укосів і висота уступів.....	19
2.7.2 Ширина заходок	20
2.7.3 Ширина робочих площадок	20
2.7.4 Ширина транспортних площадок (берм).....	22
2.7.5 Довжина та річне посування фронту гірничих робіт	23
2.8 Параметри буровибухових робіт	23
2.8.1 Бурові роботи.....	23
2.8.2 Розрахунок свердловинних зарядів	24
2.8.3 Розрахунок безпечних відстаней при вибухових роботах в кар'єрі... ..	27
2.9 Продуктивності устаткування.....	30
2.9.1 Загальні положення до розрахунку	30
2.9.2 Кількість обладнання на видобутку	30

	5
2.9.3 Потреба обладнання на розкривних роботах	32
2.10 Проектні рішення	33
2.10.1 Технологічна схема переробки корисних копалин.....	34
2.10.2 Технологічна схема внутрішньокар'єрної переробки корисної копалини.....	35
2.11 Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень.....	37
2.11.1 Витрати по існуючому варіанту	37
2.11.2 Витрати за проектним варіантом.....	39
2.11.3 Техніко-економічні показники проекту	41
3 КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ	42
3.1 Транспорт	42
3.2 Пропускна і провізна здатність	42
3.3 Продуктивність та кількість устаткування на видобутку	43
3.4 Продуктивність та кількість устаткування на розкриві	44
3.5 Автодороги.....	44
3.6 Організація перевезень гірничої маси кар'єрним автотранспортом	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	46
4.1 Охорона праці і техніка безпеки	46
4.2 Промислова санітарія.....	48
4.3 Протипожежні заходи	49
4.4 Протиаварійний захист	50
4.5 Програма наступного контролю безпеки.....	51
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	54
ДОДАТОК А	55
ДОДАТОК Б	56
ДОДАТОК В	57

ВСТУП

Провідне місце при видобутку корисних копалин займає прогресивний відкритий спосіб розробки, на частку якого припадає понад 70% загального об'єму видобутих корисних копалин.

Петровського родовища гранітів розташоване в Синельниківському районі, Дніпропетровської області, на північ від с. Діброва у 0,3 - 0,6 км. Найближчий індустріальний центр - м. Дніпро, знаходиться у 22 км на північ від родовища.

Основними споживачами продукції, що випускається, є будівельні та дорожні організації.

Вихідними матеріалами для кваліфікаційної роботи послужили матеріали:

1. Геологічний звіт про детальну геолого-економічну оцінку Петрівського родовища гранітів у Синельниковському районі Дніпропетровської області, виконаний ТОВ «Магма» у 2013р..

2. Робочий проект розробки та гірничого відводу Петрівського родовища гранітів у Синельниківському районі Дніпропетровської області, виконаний ТОВ «Брантон», на яке є висновки експертизи з питань охорони праці та узгодження Криворізьким гірничопромисловим територіальним управлінням.

3. Корегування Робочого проекту, виконаний ПП «НАДРА-ПРОЕКТ».

4. Програма розвитку гірничих робіт на 2023 р.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Загальні відомості про район і розташування

В адміністративному відношенні Петрівське родовище гранітів розташоване в Синельниківському районі, Дніпропетровської області, на північ від с. Діброва у 0,3 - 0,6 км. Найближчий індустріальний центр - м. Дніпро, знаходиться у 22 км на північ від родовища і пов'язаний з ним по воді (по річці Дніпро) і ґрунтовими дорогами. Найближча залізнична станція - Іларіонове, яка знаходиться у 10 км на північний схід від родовища.

У 15 км на північ від родовища на лівому березі річки Дніпро знаходиться Придніпровська ГРЕС.

В економічному відношенні район родовища є переважно сільськогосподарським із зерновим ухилом.

У орографічному відношенні район являє собою рівнину, що прорізається балками, здебільшого західного широтного і південно-західного напрямку.

Абсолютні позначки поверхні змінюються від +51,8 до +140 м.

Поверхня родовища являє собою ділянку плато, що знижується від вододілу до берегового схилу річки Дніпро (5-6 м на кожні 100 м, а по березі 12-16 м на кожні 100 м).

Тераси, характерні для лівого берега Дніпра в районі родовища відсутні: плато впритул підходить до Дніпра, і лише зрідка зустрічаються вузькі смуги надзаплавних терас.

Родовище з північного заходу і південного сходу обмежене балками Лоханська і Стрелічна, що впадають в Дніпро. Протяжність балок 2,5 і 1,5 км.

Клімат Синельниківського району - помірно-континентальний.

За даними багаторічних спостережень за рік буває 120-130 днів з середньою температурою вище 15°. Середньорічна температура повітря дорівнює + 8,6°C. Максимальна температура спостерігається влітку і досягає + 40,2°C і мінімум взимку - 31,5°C.

За рік випадає 430-450 мм опадів. Середня абсолютна вологість 6,7 мм. Середня відносна вологість 80%.

Літній період теплий, без тривалих дощів; тривалість його 7-7,5 місяців. Решту часу з першої половини грудня і до березня місяця, в основному характерно чергуванням морозів і відлиги. Сніговий покрив нестійкий, в зимові місяці опади нерідко випадають у вигляді дощів. Глибина снігового покриву, в середньому, дорівнює 15 см, максимальна 40 см. Глибина промерзання ґрунту до 1,0 м.

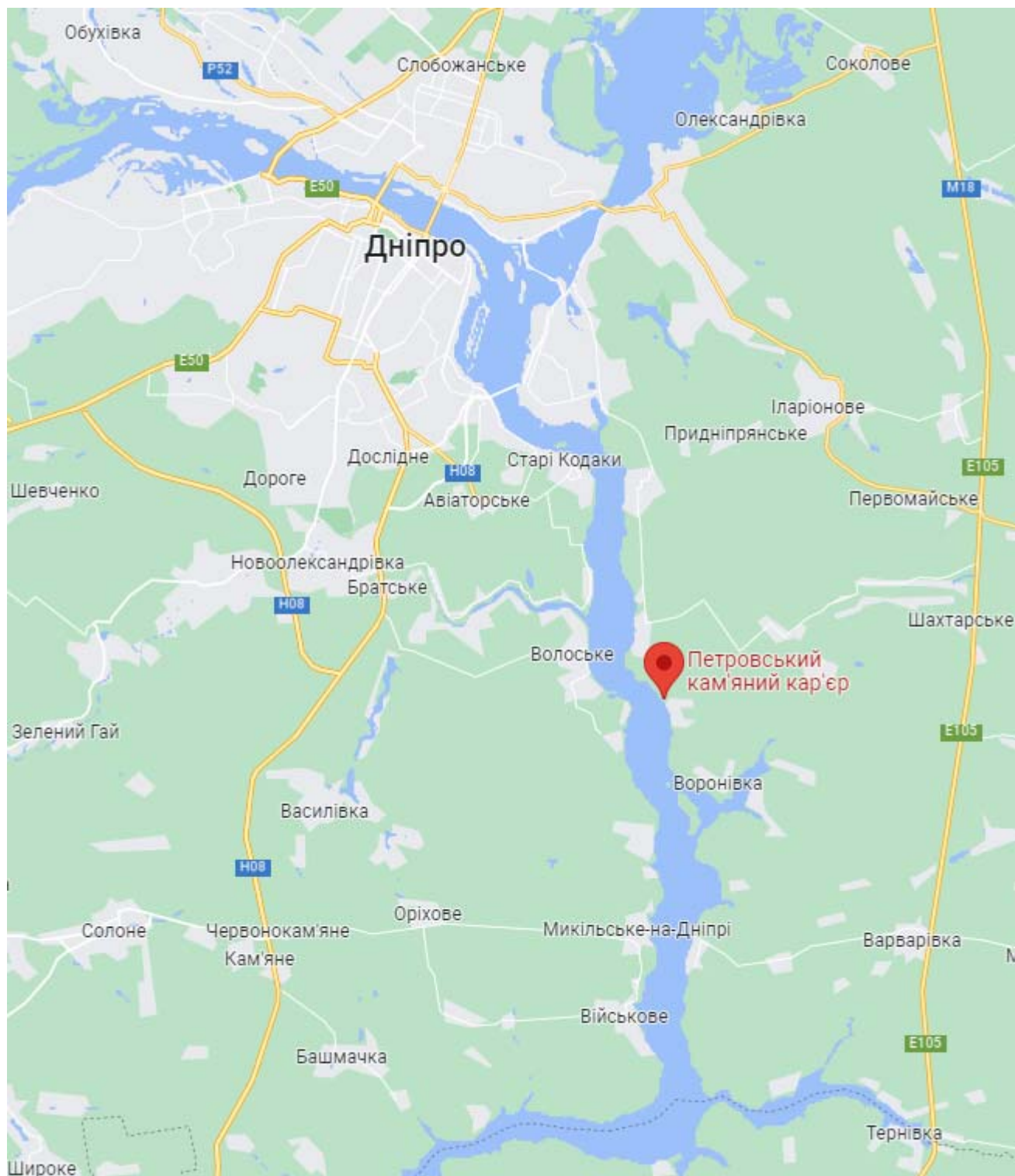


Рис. 1.1 – Ситуаційний план розташування Петрівського родовища

1.2 Геологічна будова району родовища

Петрівське родовище гранітів у геоструктурному плані приурочено до північно-східного схилу Українського кристалічного щита та його зчленування з Дніпрово-Донецькою западиною.

В геологічній будові родовища беруть участь докембрійські кристалічні породи, неогенові і четвертинні осадові породи. Кристалічні породи представлені мігматитами, гранітами, амфібол-піроксенових гнейсами в деяких місцях прорвані інтрузіями діабазових дайок, а також розсічені мережею аплітових і пегматитових жил гранітів.

Мігматити, в цілому, представлені біотітовим різновидом. Їх текстура грубосмугаста, колір сірий і рожево-сірий. Породи рівномірно зернисті, середньо- та зрідка грубозернисті. Мігматити переважають в кількісному відношенні над іншими породами родовища, особливо починаючи з його центральної частини та на півдні родовища.

Мінеральний склад кристалічних порід: плагіоклаз - 40-60%, мікроклін - 0-15%, кварц - 10-40%, рогова обманка - 0-8%, рудні мінерали - 0-5%, акцесорні мінерали (крім рудних), представлені апетитом, цирконом, сфеном.

Усі мігматити родовища піддалися вивітрюванню і мають тріщинуватість різного ступеня. Тріщинуватість, в цілому, співпадає з напрямом смужчатої структури мігматитів. Ці два чинники сприяють вивітрюванню порід. На родовищі виділено зони вивітрених, порушених вивітрюванням та не вивітрених кристалічних порід.

Товща вивітрених порід характеризується сильною тріщинуватістю і низькою механічною міцністю і по потужності коливається від 0 до 11,8 м, в середньому становить 5,67 м.

Порушені вивітрюванням мігматити мають високу міцність і від незачеплених вивітрюванням мігматитів відрізняються більшою тріщинуватістю і деякими змінами в мінералогічній склад. Потужність цієї зони в середньому становить 2,8 м.

У північній частині родовища переважають рожево-сірі біотитові граніти. Порядок їх залягання схожий з мігматитами, і підрозділяється на вивітрені, порушені і не зачеплені вивітрюванням. Товща вивітрених порід характеризується сильною тріщинуватістю і низькою механічною міцністю. Порушені вивітрюванням граніти мають високу міцність і від незачеплених вивітрюванням гранітів відрізняються більшою тріщинуватістю. Такі показники характерні і для інших кристалічних порід, які зустрічаються на родовищі.

Кристалічні породи перекриті осадовими малопотужними відкладеннями неогенового і четвертинного віку.

Неогенові відклади, представлені не міцними, слабосцементованими, світло-жовтими оолітовими вапняками. Потужність їх становить 1,8-2,6 м.

Четвертинні відкладення розповсюджені в районі родовища повсюдно і відсутні лише в місцях виходу кристалічних порід на денну поверхню. Вони представлені пісками однорідного літологічного складу. Зустрічаються піски дрібнозернисті, тонкі, пилюваті, глинисті, світло-жовтого, палево-жовтого, сірувато-жовтого, але частіше буро-жовтого або світло-бурого кольору. У верхній частині піски містять рослинні залишки, складають ґрунтово-рослинний шар, потужністю до 0,2 м. Потужність пісків коливається від 0,2 до 6,4 м і в середньому становить 2,57 м. Вони є алювіальними, терасовими відкладеннями р. Дніпро.

Порушені і не зачеплені вивітрювання мігматити, граніти і гнейси відносяться до корисних копалин «Петрівського» родовища. Вивітрені кристалічні породи, піски і вапняки відносяться до розкривних порід і їх потужність, в середньому становить 8,8 м. Потужність розкривних порід зростає в бік вододілу від 3,9 до 17,2 м. Мала потужність пухких осадових і вивітрених кристалічних порід сприяє експлуатації місце народження.

Кристалічні породи в межах родовища відрізняються однорідністю складу і властивостей, як по площі, так і по глибині залягання.

1.3 Гідрогеологія родовища

Поверхневі води представлені річкою Дніпро, а також тимчасовими водостоками по балках. Рівень води р.Дніпро в районі Петрівського родовища граніту піднято греблею Дніпровської ГРЕС ім. Леніна до максимальної абсолютної позначки 51.8 м. Підземні води приурочені до тріщин кристалічного масиву і до осадових порід третинних і четвертинних відкладень.

Водообільність порід докембрійського кристалічного масиву дуже нерівномірна і залежить від ступеня тріщинуватості водовміщуючих порід.

В міру зменшення тріщинуватості з глибиною зменшується водообільність. Водовміщуюча товща скельних відкладень розкрита всіма пробуреними свердловинами на абсолютних позначках 52,4 - 56,2 м.

Коефіцієнт фільтрації тріщинуватої зони кристалічних порід становить 0,02 м/добу. Підземні води відносяться до гідрокарбонатних змішаного катіонного складу з мінералізацією 0,4 г/дм³. Загальна жорсткість дорівнює 3,8 мг-екв/дм³, водневий показник - 8,0.

Підпитка водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і частково перетікання з вищезалягаючих водоносних горизонтів. Розрахунковий водо приплив в кар'єр за рахунок підземних вод і поверхневих атмосферних опадів складуть - 200 м³/год.

Грунтові води у розкривних породах родовища не спостерігалися.

1.4 Балансові та промислові запаси корисних копалин

Підставою до підрахунку і класифікації запасів корисних копалин в межах Петрівського родовища граніту, послужили результати геологорозвідувальних робіт, виконаних на зазначеній площі ТОВ «Магма» протягом 2013 року.

За ступенем розвіданості і вивченості корисних копалин, запаси граніту на площі родовища, класифіковані за категоріями А і СІ.

Контур категорій А та СІ проведено відповідно до вимог інструкції із застосування класифікації запасів до родовищ природних кам'яних будівельних матеріалів.

Умовно виділені фігури підрахунку запасів поділяються на 2 групи:

1. Запаси корисної копалини і обсяги розкривних порід, які розкриті існуючими уступами і недовироблені в процесі розробки родовища в 2007-2008 рр, яка виконувалася раніше;

2. Запаси корисної копалини, які залягають нижче існуючого дна кар'єра і не порушені гірничими роботами попередніх років.

Сітка свердловин застосована за схемою 45x120 м, що дозволяє класифікувати корисну копалину по площі і на глибину до позначки +20 м по категорії А і до позначки +0 м до по категорії СІ. Родовище віднесено до 1 групи за складністю геологічної будови.

Площа родовища прийнята - 6,2 га.

Затверджені протоколом Державної комісії по запасах України від 18.10.2019 р № 4934 запаси корисних копалин Петровського родовища складають: 1855,1 тис. м³ (в т.ч. А-1374,1 тис. м³, СІ 481 тис. м³), апробовані запаси (північно-східна ділянка) - 912 тис. м³ категорії СІ.

Видобуток за 2020 рік очікується в обсязі 215,0 тис. м³ категорії А. На 01.01.2021 рік запаси корисних копалин будуть становити: 1401,03 тис. м³ (в т.ч. А-920,03 тис. м³, СІ-481 тис. м³); апробовані запаси (північно-східна ділянка) кат. СІ - 912 тис. м³.

1.5 Втрати корисної копалини

Контур ділянки підрахунку запасів окреслено черкаською геологорозвідувальною експедицією, з півдня до ділянки, на якій виконана була раніше розвідка і в даний час проводиться кар'єрне відпрацювання корисної копалини. Ділянка розташована на неорних і малопродуктивних землях.

За гірничо-геологічними умовами та своєму народногосподарському значенню запаси корисних копалин віднесено до балансових, а за ступенем розвіданості - до категорій А, В і С₁.

Промислові запаси визначаються шляхом вирахування з підрахованих запасів втрат корисних копалин при їх видобутку та перевезення.

Розрахунок втрат запасів

При відкритому способі розробки розглядаються наступні види втрат:

- в покрівлі покладу;
- в підшві кар'єру;
- при погашенні видобувних уступів.

1. Втрати в покрівлі покладу

Родовище повністю розкриті.

2. Втрати в підшві кар'єру

При розробці родовищ, коли корисні копалини поширюється нижче межі підрахунку геологічних запасів, втрати його в підшві відсутні.

3. Втрати при погашенні видобувних уступів

При внутрішньому закладенні борту кар'єру погашення кар'єру приймається в контурі затверджених запасів.

За результатами повторної геолого-економічної оцінки у 2018 році запаси корисних копалин затвердженні з урахуванням цих втрат.

На підставі п. 3,8 Галузевої інструкції з визначення і обліку втрат нерудних будівельних матеріалів при видобутку та відповідно до розділу 2.4.2 Загальносоюзних норм технологічного проектування підприємств нерудних будівельних матеріалів встановлені норми втрат корисних копалин при їх видобутку та переробці. Норми експлуатаційних втрат корисних копалин:

- при транспортуванні - 0,3%;
- при вибухових роботах - 0,5%;

Експлуатаційні втрати становлять: $(0,3 + 0,5) = 0,8\%$.

Таблиця 1.1 - Рух запасів Петрівського родовища

Категорія запасів	Запаси на 01.01.2022 г.	Видобуток за 2022 рік	Втрати	Запаси на 01.01.2023г.
А	1136,75	215,0	1,72	920,03
В	-	-	-	-
СІ	481	-	-	481
А+СІ	1617,75	215,0	1,72	1401,03

1.6 Радіаційно-гігієнічна оцінка корисної копалини

Радіаційно-гігієнічна оцінка корисних копалин виконана за результатами промірів гамма-активності керна свердловин, стінок і лабораторних досліджень.

Заміри гамма випромінювання керна свердловин, проведені відразу після закінчення буріння, показали - 8-16 мкР / год.

Результати рентгеноскопічного аналізу зафіксували загальну активність природних радіонуклідів в межах 100-110 Бк / кг.

Дані Дніпропетровського обласного лабораторного центру Держсанепідслужби України показали АСФ рівним - 38,9-84,6 Бк / кг.

Отримані результати досліджень природного радіоактивності відповідно до п.5.2. ДБН В.1.4-1.01-97 дозволяють впевнено віднести граніти Петровського родовища до першого класу порід придатних до використання у всіх видах будівництва без обмежень.

2 ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

2.1 Вибір системи розробки

З огляду на гірничо-геологічні умови залягання і потужність корисної копалини, потужність розкривних порід, наявність на родовищі діючого кар'єру, зовнішнє розташування відвалів розкривних порід, в роботі приймається існуюча на кар'єрі транспортна система розробки з паралельним пересуванням фронту видобувних робіт і зовнішнім відвалоутворенням.

При даній системі розробки і заданій продуктивності кар'єра найдоцільніше застосування одноківшових екскаваторів в комплексі з автомобільним транспортом після попереднього розпушування скельних порід буровибуховими роботами. Відвали розкривних порід зовнішні.

З огляду на рельєф поверхні родовища, який має ухил до р. Дніпро (позначки коливаються від +86,0 до +62,0 м), і потужність залягання корисних копалин (горизонт підрахунку запасів) виділені робочі горизонти з відмітками: +65 м, +52 м, +39 м, +26 м +13 м, +0 м.

За класифікаціями згідно способу переміщення розкриття, відноситься до транспортної; з розвитку робочої зони кар'єру - суцільний; по розташуванню фронту гірничих робіт в плані - однобортовим.

Приймається висота уступу по корисній копалині - 13,0 м. Висота здвоєних уступів - 26,0м. Відмітки підосви здвоєних уступів: + 52м, + 26м, 0м.

При експлуатації Петрівського родовища гранітів приймаються наступні параметри системи розробки:

Найменування	Од.	Видобувні уступи			Розкривні уступи
		1-й	2-й	3-й	
1. Відмітка горизонту	м	+ 52м	+26	0	+65
2. Висота уступу	м	Здвоєний 26			7
3. Ширина робочого майданчика	м	35,3	35,3	35,3	25
4. Ширина транспортної берми	м	21	21	21	21
5. Ширина запобіжної берми	м	10	10	-	-
6. Кут укісу уступу :					
а) робочого		80	80	80	60
б) стійкого		70	70	70	40
в) фіксованого при погашенні уступу	град	65	65	65	55
7. Ширина бурової заходки	м	18	18	18	-
8. Ширина екскаваторної заходки	м	18	18	18	
9. Довжина фронту робіт (середня)	м	240	240	240	40

2.2 Розкривні роботи

Потужність розкривних порід на Петрівському родовищі гранітів змінюється від 0,0 до 14,8 м і, в середньому, становить 4,72 м. ГРШ знятий повністю і закладовано в буртах. Пухкі скельні розкривні породи розробляються селективно при виїмці корисної копалини.

На розкривних роботах задіяно теж обладнання, що і на видобувних роботах – для виймання порід використовується екскаватор Hyundai R520 з навантаженням в автосамоскиди МАЗ-6501, КрАЗ-65055, МАЗ-6516 та БелАЗ-7522. Станом на 01.01.2023 року розкривні роботи завершені.

2.3 Відвальні роботи

Розкривні породи транспортувалися на відвал, розташований поблизу південного флангу кар'єра або на рекультивацію балки «Лоханська».

Рекультивація балки «Лоханська» виконана згідно з «Проекту гірничотехнічної рекультивації балки «Лоханська».

Ділянка під розміщення відвалів розташована поза контуром підрахунку запасів корисних копалин. Відмітки підосви відвалу змінюються від +81 м на північно-східному флангу до +72 м на південно-західному. Відмітки поверхні відвалу становлять + 81 м. Таким чином, висота існуючого відвал змінюється від 0 до 8 м. При складуванні розкривних порід Петровського кар'єра площа зовнішнього відвалу розширюється і складе на момент повного відпрацювання розкривних порід 1,4 га по низу.

Відвал двоповерховий. Верхня відмітка відвалу першого ярусу +82 м. Висота першого ярусу змінюється від 0 до 8 м. Висота другого ярусу 10 м. Верхня відмітка відвалу +92 м.

Кути укосу 30°. На поверхні першого ярусу (на позначці +82 м) по всьому периметру відвалу створюється берма. Площа відвалу по верху 0,19 га.

Зовнішній відвал також використовується для складування пісків із відсівів подрібнення і кар'єрних дрібниці.

Планування породи на відвалі здійснюється бульдозером.

2.4 Видобувні роботи

Граніти Петровського родовища відповідають вимогам ДСТУ на щебінь та на камінь бутовий. Група порід по СНиП – скельні ґрунти, попередньо - розпушений відносяться до VIII-XI категорії порід з коефіцієнтом міцності, за шкалою Протодьяконова 12-14. За складністю екскавації до IV групи порід.

Розробка Петрівського кар'єра ведеться із застосуванням буровибухових робіт. Розпушування гранітів прийнято методом свердловинних зарядів, розміщених у вертикальних свердловинах. Обсяг буровибухових робіт на 2023 року становитиме 250,0 тис.м³ для виробництва щебеню. Буровибухові роботи виконуються підрядною організацією, згідно «Типового проекту».

Буріння свердловин виконується буровим верстатом Atlas Copco. Діаметр свердловини 110-178 мм. Радіус вибухонебезпечної зони для механізмів становить - 200 м, для людей 300 - 350 м. Дроблення негабариту проводиться гідромолотом на базі екскаватора Hyundai R500 з подальшим відвантаженням гірської маси в автомобільний транспорт.

В даний час Петровське родовище гранітів розкрито до позначки + 39.0 м.

Після виробництва буровибухових робіт проводиться виїмка корисної копалини екскаваторами Hyundai R520 і навантаження в автосамоскиди МАЗ-6501, КрАЗ-65055, МАЗ-6516 та БелАЗ-7522. Автосамоскидами виконується вивезення видобутої гірничої маси по площадці уступу, що відпрацьовується, до прибортової транспортної берми, по ній до з'їздів східного торця кар'єра і далі по існуючій автодорозі на дробильно-сортувальний завод (ДСЗ).

Середня відстань перевезення гранітної маси від вибою до ДСЗ - 0,9 км.

2.5 Водовідлив та водовідведення

Гідрогеологічні умови для розробки граніту в межах площі родовища можуть бути оцінені як сприятливі. При розробці Петрівського родовища запланований охоронний цілик шириною не менше 25 м, що забезпечує майже повну ізоляцію забою від вод р.Дніпро. Очікуваний водопритік в забій кар'єра складе не більше 200 м³/добу.

Гідрогеологічними дослідженнями, проведеними на родовищі, встановлено, що поверхневі води представлені річкою Дніпро, а також тимчасовими водотоками по балках. Рівень води р. Дніпро в районі Петрівського родовища граніту піднято греблею Дніпровської ГЕС до максимальної абсолютної позначки +51,80. Підземні води приурочені до тріщин кристалічного масиву і до осадових порід четвертинних відкладень.

Для відкачування води з кар'єру з гір. + 39 м приймаються насоси типу ЦНС60-99 (основний і резервний) з подачею 60 м³/год, висотою нагнітання – 99 м. Вода використовується для поливу технологічних автодоріг і зрошення підірваної гірничої маси в теплу пору року. Згідно рельєфу місцевості, приплив поверхневих вод можливий з північного боку. Водозбірний зумпф з насосних установок влаштовано на гор. +39 м.

2.6 Електропостачання

Електропостачання Петрівського кар'єра здійснюється від осередків КРУЗ №6 (Л-146), №12 (Л-143) РУ-ЮкВ ПС-35 / ЮкВ «Діброва» через повітряні лінії на вивідних опорах №1 і №2 з роз'єднувачами РЛНДз-20 / 400-У1 кабельною лінією (2530м), покладеної в траншеї двома нитками марки АСБ10 2л 3х240-10 для забезпечення третьої категорії надійності електропостачання. Перетин кабелів вибрано з урахуванням рівномірного розподілу навантажень і можливості резервування по перемишці між КТП для роботи двох трансформаторних підстанцій на одному кабелі на період виконання ремонтних робіт. Дозволена потужність $P_p = 1300\text{кВт}$, ЮкВ.

На території дробильно-сортувального заводу встановлено дві комплектні трансформаторні підстанції КТПГС-1000-10 / 0,4-93У1 за прохідною схемою, з кабельними вводами ВН і НН, з рубильником на введенні НН і автоматичними вимикачами на лініях, що відходять, в металевих контейнерах. Кожна КТПГС встановлена на чотирьох фундаментних блоках на бетонній основі. Узли обліку встановлені на підстанції П.СТ35 \ 10,, Діброва, в осередках КРУН №6 і №12. Узли обліку оснащено електронними комбінованими лічильниками активної і реактивної електроенергії класу точності 1,0 типу Б2С)М код

321.02.534, трансформаторами струму номіналом 100 / 5А і трансформаторами напруги номіналом 10000/100А класу точності 0,58. В РУ-ЮкВ встановлені вимикачі навантаження ВНА-10/630.

Від КТПГС № 1 здійснюється електропостачання освітлення території, автоваговій і будівля АБК.

Від КТПГС № 2 здійснюється електропостачання щитових ДСЦ і освітлення чаші забою. Кар'єрні лінії оснащені пристроями одноступінчатої релейного захисту від однофазних замикань на землю, а також максимального струмового відсіченням отру-ЮкВ ПС-35 / ЮкВ «Діброво» (струм вставки 2,1 А, час спрацьовування 0,18 сек.). Грозозахист КТПГС-1000-10 / 0,4-93У1, повітряних ліній і устаткування кар'єра застосовуються вентиляльні розрядники типу РВО-Ю. Комплекти вентиляльних розрядників встановлені на повітряних лініях Л-146 і Л-143, а також на високій стороні КТПГС № 1 КТПГС № 2.

2.7 Параметри системи розробки

2.7.1 Кути укосів і висота уступів

Висоти уступів розкривних порід приймаються з урахуванням потужності, що селективно розробляються: ґрунтово-родючих - 0,5м; м'яких піщано-глинистих 5,3 ÷ 6,5м; скельних (вивітрілі граніти) -5 м порід.

За даними практичної роботи кар'єра, проектів і норм технічного проектування в незачеплених вивітрюванням гранітах Петровського родовища кути укосів уступів можна прийняти рівними: робочого-80⁰; неробочого (погашеного) 75-70⁰. У вивітрілих скельних породах (скельний розкрив, жорсткості): робочий - 75-80⁰; неробочий - 55-60⁰.

З урахуванням зазначеного у роботі приймаються наступні кути укосів:

- уступ ґрунтово-родючого шару - робочий-45⁰; неробочий -35⁰;
- уступ м'якого розкриву – робочий - 65⁰; неробочий - 50⁰;
- уступ скельного розкриву – робочий - 80⁰; неробочий - 60⁰;
- видобувні уступи - робочий - 80⁰; неробочий - 70⁰.

2.7.2 Ширина заходок

У м'яких породах для екскаватора Hitachi-500 визначається за формулою:

$$A = 1,5 R_{cy} = 1,5 \cdot 6,5 = 9,75 \text{ м, прийнято } A = 10 \text{ м,}$$

де R_{cy} - максимальний радіус черпання на заходці може прийматися максимально можливою $A_m = 1,7 R_{cy}$ і буде фактично залежати від параметрів, блоку, що підривається і ширини розвалу підірваних порід.

В залежності від параметрів розвалу підірваної корисної копалини ширина екскаваторної заходки Hitachi-520 може прийматися в межах:

$$A = (1,5 \div 1,7) R_{cy} = (1,5 \div 1,7) 10,6 = 15 \div 18 \text{ м.}$$

2.7.3 Ширина робочих площадок

Розрахунок робочих площадок ведеться за умовою забезпечення розміщення на площадках обладнання. Для уступів, де не проводяться вибухові роботи, розкрив, ширина робочої площадки розраховується за виразом:

$$Ш_{p.в} = A + C + C_1 + П_{ПА} + П = 10 + 3 + 5 + 13 + 13 = 44 \text{ м,}$$

де A - ширина заходки екскаватора по цілику уступу, $A = 10$ м;

C - відстань від нижньої бровки уступу до транспортної смуги з урахуванням об'єму породних осипів, $C = 3$ м;

C_1 - ширина призми в межах берми обвалення, розраховується з умови:

$$C_1 = H_{вс} (ctg \alpha_n - ctg \alpha_p + v_{ав} = 3 \text{ м } (ctg 55^0 - ctg 60^0) + 3,5 \text{ м} = 1,57 \text{ м} + 3,5 \text{ м} = 5 \text{ м}$$

де $H_{вс}$ - висота уступу скельного розкриву, $H_{вс} = 3$ м;

α_p, α_n - відповідно кути укосів робочого і неробочого уступів (55^0 і 80^0);

$v_{ав}$ - ширина орієнтуючого (захисного) вала на узбіччі автодороги при висоті орієнтуючого вала для категорії доріг III-к 1,0 м, $v_{ав} = 3,5$ м;

$П_{ПА}$ - ширина транспортної смуги при двосмуговому русі автосамоскидів, згідно норм [1] і СНиП [3] при ширині автосамоскидів 3,5 м для доріг категорії III-к ширина проїжджої частини - 10 м, узбіччя 1,5 м. $П_{ПА} = 10 + 3 = 13$ м;

Π - ширина додаткової смуги для незалежної роботи нижчого уступу, прийнята рівною ширині заходки, $\Pi = 13$ м.

Ширина мінімальної робочої площадки на розкривному уступі:

$$Ш_{p.v. min} = 10 + 3 + 5 + 13 = 31 \text{ м.}$$

Ширина робочої площадки на уступі порід ґрунтово-родючого шару визначається з урахуванням ефективної роботи бульдозерів при зніманні порід. Практика виконання цих робіт на кар'єрі показала, що розробка порід ґрунтово-рослинного шару бульдозерами з найбільшою продуктивністю забезпечується при довжині переміщення їх на відстань до 20 м. У зв'язку з цим передбачається залишити ширину робочої площадки рівною 20 м.

Ширина робочої площадки уступу скельних розкривних порід [1-7]:

$$Ш_{p.c.v} = A + C + C_1 + B + \Pi_{na} = 13 + 3 + 7,8 + 36,8 + 13 = 37 \text{ м}$$

$$\text{де } C_1 = H_{\partial 1} (\text{ctg } \alpha_n - \text{ctg } \alpha_h) + v_{cv} = 14 (\text{ctg } 70^0 - \text{ctg } 80^0) + 3,5 = 6 \text{ м}$$

B - неповна ширина розвалу підірваних скельних розкривних порід, м;

$$B = 2,4 H_y = 2,4 \cdot 3 = 7,8 \text{ м;}$$

Приймається ширина робочої площадки на уступі скельного розкриву - 37 м.

Ширина робочої площадки на видобувних уступах розраховується для висоти уступу – 14 м. За вказаною вище таблицею норм технологічного проектування [1-7] ширина (неповна) розвалу підірваних порід дорівнює:

$$B = 1,73 \cdot H_{\partial} = 1,73 \cdot 14 = 24 \text{ м.}$$

Ширина робочої площадки на видобувному уступі:

$$Ш_{pd} = A_1 + C^l + C_1 + B + \Pi_{na};$$

де A_1 - ширина бурової заходки на уступі, приймається відповідно:

$$\begin{aligned} A_1 &= C_3 + H_{\partial} (\text{ctg } \alpha_n - \text{ctg } \alpha_p) + v (n-1) = 3 + 14 (\text{ctg } 70^0 - \text{ctg } 80^0) + 6 (3-1) = \\ &= 3 + 2,7 + 6 \cdot 2 = 17,7 \text{ м;} \end{aligned}$$

C_3 - ширина смуги (берми) безпеки між першим рядом свердловин і верхньою бровкою уступу, $C_3 = 3$ м;

B - відстань між рядами свердловин $B = 6$ м;

n - кількість рядів свердловин, $n = 3$ ряди.

При уповільненому підриванні ширина B зменшується на 25-40%, тобто

$$B = 24 - (0,25 \cdot 24) = 24 - 6 = 18,0 \text{ м};$$

C^1 - ширина узбіччя від розвалу до автодороги, $C^1 = 1,5$ м.

$$Ш_{pd} = 17,7 + 1,5 + 6 + 18 + 13 = 56,2 \text{ м}.$$

Приймається ширина робочої площадки на видобувних уступах при висоті уступу 14 м $Ш_{pd} = 56 \div 57$ м; при висоті уступу 15 м $Ш_{pd} = 59 \div 60$ м

2.7.4 Ширина транспортних площадок (берм)

Ширина транспортних площадок (берм) визначена за виразами наведеним в [4, 5, 6] з урахуванням вимог норм правил і нормативів [1-3]:

$$Ш_{mp} = B_o + B_{o.e} + C_1 + П_{na} = (1,5 \div 3,0) + 2,8 + (2 \div 2,5) + 13 = 19,3 \div 21,3 \text{ м}.$$

Приймається $Ш_{mp} = 20$ м для двосмугової транспортної площадки;

де B_o - ширина узбіччя з боку вищерозташованого уступу з урахуванням смуги збору осипів, $B_o = 3$ м;

$B_{o.e}$ - ширина орієнтуючого вала уздовж зовнішнього укосу уступу, згідно [1-7] для автосамоскидів вантажопідйомністю 20-30 т висота такого валу становить 1,0 м, тоді $B_{o.e} = 1,0 \text{ м} \cdot \text{ctg}45^0 \cdot 2 = 2,8$ м;

C_1 - ширина призми можливого обвалення;

$$C_1 = 14 (\text{ctg}70^0 - \text{ctg}80^0) = 2,6 \text{ м} = 3 \text{ м}.$$

Приймається ширина транспортних площадок (берм) на видобувних уступах: 19-20 м - двосмуговий рух. При цьому передбачається спорудження вздовж проїжджої частини доріг орієнтуючого вала висотою 1,0 м (ширина по основі до 3 м) зі скельної гірської маси, влаштування смуги для збору осипів з боку вищого уступу шириною 3 м і узбіч по 1,5 м уздовж проїжджої частини автодороги по обидві сторони.

2.7.5 Довжина та річне посування фронту гірничих робіт

Середня по кар'єру довжина фронту гірничих робіт на видобутку -240 м. Середньорічне посування фронту гірничих робіт на кар'єрі складе:

$$Y_z = \frac{P_k}{\sum h_n L_{cp.ф.н.}} = \frac{250000}{39 \cdot 240} = 26,7 \text{ м}$$

де P_k - річна продуктивність кар'єра по граніту (в цілику), тис. м³;

$\sum h_n$ - сумарна висота товщі корисної копалини, $\sum h_n = 44$ м;

$L_{cp.ф.н.} = 207$ м - середня довжина фронту гірничих робіт на видобутку.

2.8 Параметри буровибухових робіт

Розділ буровибухових робіт з видобутку гранітів в кар'єрі розроблений відповідно до вимог: «Єдиних правил безпеки при вибухових роботах», «Інструкції з організації та ведення масових вибухів свердловинних зарядів на відкритих гірничих роботах», «Технологічної інструкції з ведення вибухових робіт при розробці рудних і нерудних родовищ корисних копалин відкритим способом», «Правил безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом», а також нормативними документами, технічною довідковою літературою з проектування і ведення вибухових робіт в кар'єрах.

Виробництво буровибухових робіт в кар'єрі здійснюється спеціалізованим виробничим управлінням «Криворіжвибухпром».

2.8.1 Бурові роботи

Бурові роботи на кар'єрі передбачається виконувати наявним на кар'єрі буровим верстатом типу Atlas Copco. З урахуванням проєктованих висот

видобувних уступів 12-15 м зазначені верстати за своїми техніко-експлуатаційними характеристиками забезпечують їх обурювання.

Верстат Atlas Copco шарошечного буріння, діаметр свердловини 110-178 мм, максимальна глибина буріння 35 м в породах з коефіцієнтом міцності по М.М.Протод'яконову $f-10 \div 16$.

2.8.2 Розрахунок свердловинних зарядів

Визначення питомої витрати ВР:

$$q_n = 0,47(d_l + 0,2) \sqrt[4]{f} \frac{2,6}{\rho_n} \left(\frac{0,5}{d_n} \right)^{2/5} l, \text{ кг/м}^3,$$

де d_l – середній розмір окремоті, $d_l=1,2$ м;

ρ_n – щільність породи, $\rho_n=2,6$ т/м³;

d_n – лінійний розмір не габаритного шматка, $d_n=0,75$ м.

$$q_n = 0,47(0,75 + 0,2) \sqrt[4]{16} \frac{2,6}{2,5} \left(\frac{0,5}{0,75} \right)^{2/5} l = 1,2 \text{ кг/м}^3.$$

Визначення діаметра свердловин і розрахунок параметрів розташування свердловин.

Для забезпечення заданої інтенсивності дроблення гірської маси уступу діаметр свердловини приймається 250 мм з урахуванням технологічних параметрів вибухової відбійки.

Визначаємо граничне значення опору по підшві

$$W_n = 0,9 \sqrt{\frac{P}{q_n}} \text{ м}, \quad P = 7,85 d_{\text{скв}}^2 \Delta \text{ кг},$$

де P - місткість ВР в 1 погонному метрі свердловини, кг.

де Δ - щільність зарядження ВР, кг/дм³.

Перевіряють значення W_n за умовою безпечного розміщення бурового верстата на уступі при обурюванні першого ряду $W_n \geq H_y \text{ctg} \alpha + c$.

Визначаємо відстань між свердловинами в ряду $\alpha = m W_n$, м,

де m - коефіцієнт зближення зарядів, $m = 1$.

Для забезпечення високого ступеня дроблення приймаємо дворядне підривання. Визначаємо відстань між рядами

$$b = (0,75 \div 1,0)W_n, \text{ м.}$$

Визначення вагових і геометричних параметрів зарядів.

Визначаємо об'єм порід, що припадає на одну свердловину першого ряду

$$V_{скв}^I = aW_n H_y, \text{ м}^3,$$

теж для наступних рядів - $V_{скв}^{II} = abH_y, \text{ м}^3$.

Довжина перебуру визначається за формулою - $l_{пер} = (0,1 \div 0,3)W_n$ м.

Визначаємо глибину свердловини - $L_c = H_y + l_{пер}$ м.

Величина набійки визначається з виразу - $l_{заб} = (0,5 \div 0,75)W_n$ м.

Тоді довжина заряду складе, $l_{зар} = L_c - l_{заб}$ м.

Визначаємо вагові характеристики зарядів по місткості - $Q = l_{зар}P$, кг

і по пропорційності маси заряду об'єму, що відбивається

- для зарядів першого ряду - $Q^I = V_{скв}^I q$, кг;

- для зарядів другого і наступних рядів - $Q^{II} = V_{скв}^{II} q$, кг.

Отримані значення Q^I і Q^{II} не повинні перевищувати Q .

Розрахунок технологічних об'ємів підривання.

Визначаємо місячний об'єм гірської маси, підготовлений до виїмки

$$V_{мес} = \frac{A_g}{12}, \text{ м}^3/\text{місяц.}$$

Тоді об'єм, котрий відбивається за один масовий вибух складе

$$V_{МВ} = \frac{V_{мес}}{m}, \text{ м}^3/\text{М.В.},$$

де m - кількість масових вибухів на місяць, приймаємо $m = 2$.

Визначаємо кількість свердловин в одному масовому вибуху

$$n_{скв}^{МВ} = \frac{xV_{мес}}{V_{скв}^I} + \frac{(1-x)V_{мес}}{V_{скв}^{II}}, \text{ свердловин.}$$

Сумарна вага ВР на один масовий вибух дорівнює

$$Q_{взр} = Q^I n_{сквI}^{м6} + Q^{II} n_{сквII}^{м6}, \text{кг.}$$

Тоді річна потреба в ВР складі - $Q_{взр}^2 = Q^I n_{сквI}^2 + Q^{II} n_{сквII}^2$, кг.

Визначаємо ширину блоку, що підривається - $Ш_{ББ} = W + b(n - 1)$, м.

Визначаємо ширину підривається блоку - $L_{ББ} = n_{сквI}^{м6} a$, м.

Тоді загальний об'єм блоку, що підривається, складі

$$V_{ББ} = H_y Ш_{ББ} L_{ББ}, \text{м}^3.$$

Визначення параметрів розвалу підірваної гірничої маси.

При багаторядному уповільненому підриванні ширина розвалу визначається за формулою:

$$B_m = K_3 B_o + (n_p - 1) \cdot b, \text{ м}$$

де K_3 - коефіцієнт дальності відбросу підірваної породи, що залежить від інтервалу уповільнення, $K_3 = 0,9$;

B_o - ширина розвалу при одночасному підриванні, м

$$B_o = K_B K_\beta \sqrt{q_n} \cdot H_y, \text{ м}$$

де K_B - коефіцієнт, що характеризує вибуховість гірничої породи, $K_B = 2$;

K_β - коефіцієнт, що враховує кут нахилу свердловин до горизонту, $K_\beta = 1$.

Таблиця 2.1 - Зведена таблиця буровибухових робіт

Параметри	Україніт	Грамоніт-79/21	Акватол
Питома витрата ВР, q , кг/м ³	1,25	0,9	1,3
Граничний опір по підшві, W , м	6 / 5	6 / 5	6 / 5
Місткість ВР в 1 пог.м. свердловини P , кг	60	44	64
Відстань між свердловинами, a , м	6 / 4	6 / 4	5-4
Відстань між рядами, b , м	6 / 5	6 / 5	6 / 5
Об'єм порід, що припадає на одну свердловину першого ряду, $V_{скв.}^1$, м ³	<u>540</u> 504	<u>540</u> 504	<u>540</u> 504
Об'єм порід, що припадає на одну свердловину другого ряду, $V_{скв.}^2$, м ³	<u>540</u> 504	<u>540</u> 504	<u>540</u> 504
Глибина свердловини, L_c , м	<u>16,2</u> 15,2	<u>16,2</u> 15,2	<u>16,2</u> 15,2
Величина забійки, $l_{заб.}$, м	3,6	3,6	3,6
Довжина заряду, $l_{зар.}$, м	<u>12,6</u> 11,6	<u>12,6</u> 11,6	<u>12,6</u> 11,6
Гранична місткість свердловини, Q , кг	<u>732</u> 696	<u>554,4</u> 510,4	<u>806,4</u> 742,4

Гранична місткість свердловини першого ряду, Q_1 , кг	$\frac{675}{630}$	$\frac{486}{453,6}$	$\frac{702}{655,2}$
Гранична місткість свердловини другого ряду, Q_2 , кг	$\frac{675}{630}$	$\frac{486}{453,6}$	$\frac{702}{655,2}$
Річний обсяг буріння, L_2 , м	$\frac{15001,5}{15078,4}$	$\frac{15001,5}{15048,7}$	$\frac{15001,5}{15078,4}$
Вихід гірської маси з 1 м свердловини, B , м ³	$\frac{33,33}{33,16}$	$\frac{33,33}{33,16}$	$\frac{33,33}{33,16}$
Ширина розвалу гірської маси при одночасному підриванні, B_o , м	$\frac{33,5}{31,3}$	$\frac{28,5}{26,6}$	$\frac{34,2}{31,9}$
Ширина розвалу гірської маси при КЗВ, B_m , м	$\frac{36,2}{34,2}$	$\frac{31,6}{29,9}$	$\frac{36,8}{34,7}$
Змінна продуктивність СБШ–250 МН, $Q_{см}$, м/зміну	45	45	45
Технічна швидкість, $V_б$, м/год.	8	8	8
Середня річна продуктивність верстата, Q_2 , м/рік	23400	23400	23400
Число робочих змін на рік, $N_{см}$, змін	520	520	520
Кількість бурових верстатів, N , шт	1	1	1
Потрібна кількість свердловин	$\frac{926}{992}$	$\frac{926}{992}$	$\frac{926}{992}$
Місячний об'єм гірничої маси, $V_{мес}$, м ³ /міс	41666,67	41666,67	41666,67
Об'єм породи, відбиваний за один масовий вибух, V_{MB} , м ³ /м.в.	20833,33	20833,33	20833,33
Кількість свердловин в одному масовому вибуху, $n_{скв}^{м.в.}$	$\frac{38}{42}$	$\frac{38}{42}$	$\frac{38}{42}$
Сумарна вага ВР на один масовий вибух, кг	$\frac{20520}{21168}$	$\frac{20520}{21168}$	$\frac{20520}{21168}$
Ширина підірваного блока, $Ш_{в.б.}$, м	12	12	12
Довжина підірваного блока, $L_{в.б.}$	$\frac{114}{126}$	$\frac{114}{126}$	$\frac{114}{126}$
Річна потреба у ВР, $Q_{взр.}$, кг	$\frac{500040}{499968}$	$\frac{500040}{499968}$	$\frac{500040}{499968}$
Загальний об'єм підірваного блока, $V_{В.Б.}$, м ³	$\frac{20520}{21168}$	$\frac{20520}{21168}$	$\frac{20520}{21168}$

Примітка: чисельник для висоти уступу 15 м; знаменник - 13 м.

2.8.3 Розрахунок безпечних відстаней при вибухових роботах в кар'єрі

Розрахунок радіусу небезпечної зони від розльоту шматків породи при виконанні буровибухових робіт. Радіус небезпечної зони від розльоту шматків зруйнованої породи розраховується за формулою 1 додаток. 8 ЕПБ:

$$r_{розл.} = 1250 \cdot \eta_{св.} \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{наб.}} \cdot \frac{d_{св.}}{a}}, \text{ м}$$

де $\eta_{св.}$ - коефіцієнт заповнення свердловини ВР;

$\eta_{наб.}$ - коефіцієнт заповнення свердловини набійкою;

f - коефіцієнт міцності порід за шкалою М.М.Протод'яконова, $f = 10$;

d - діаметр свердловини, $d = 0,250$ м;

a - відстань між свердловинами, $a = 6,0$ м

При підриванні серії свердловинних зарядів одного діаметра з різними параметрами a , $\eta_{св.}$, $\eta_{наб.}$, розрахунок $r_{розл}$ повинен виконуватися за найменшим значенням a , $\eta_{наб.}$ і є найбільшому $\eta_{св.}$ із усіх, що є в даній серії.

Після розрахунку радіус зони розльоту за цією формулою склав - 400 м.

Приймаємо радіус зони розльоту $r_{розл.} = 400$ м

Розрахунок безпечної відстані по дії ударно-повітряних хвиль. При одночасному підриванні свердловинних зарядів дроблення безпечна відстань за дією ударно-повітряних хвиль на застеления при руйнуванні порід вище VI категорії по класифікацією СНиП виконуються за формулами :

$$r_6 = 200 \cdot \sqrt[3]{Q_3}, \text{ м} \quad \text{при } 5000 > Q_3 \geq 1000 \text{ кг (12)}$$

$$r_6 = 65 \cdot \sqrt{Q_3}, \text{ м} \quad 2 < Q_3 \leq 1000 \text{ кг (13)}$$

$$r_6 = 63 \cdot \sqrt[3]{Q_3^2}, \text{ м} \quad Q_3 < 2 \text{ кг (14)}$$

де: Q_3 - еквівалентна маса заряду, кг; для групи з N свердловинних зарядів довжиною понад 12 своїх діаметрів

$$Q_3 = 12 \cdot p \cdot d \cdot K_3 \cdot N, \text{ кг}$$

де: p - місткість ВР в одному метрі свердловини (шпуру), кг;

d - діаметр свердловини (шпуру), мм;

K_3 - коефіцієнт, який залежить від відношення довжини набійки до діаметру свердловини (шпуру); K_3 (табл. 8, додат. 8 ЕПБ);

N - кількість свердловинних (шпурових) зарядів; (при уповільненому підриванні кількість зарядів в максимальній групі, в нашій типовій серії $N = 2$)

Оскільки заряди ініціюються ДШ, до обчисленого значення Q_3 слід додати сумарну масу ВР, що міститься в мережі ДШ; для типової серії ДШ = 8,4 кг.

$$Q_3^{общ.} = Q_3 + Q_{ДШ}, \text{ кг}$$

Підривання ведеться в породах за шкалою проф. М.М.Протод'яконова $f=10$. У разі уповільненого підривання з інтервалом уповільнення від 20 до 35 мс результат необхідно помножити на 1,5.

Розрахунок сейсмонебезпечної маси свердловинних зарядів. Розрахунок сейсмонебезпечної відстані при виконанні буровибухових робіт, на якій коливання ґрунту, викликані уповільненим вибухом зарядів ВР типової серії є безпечними для оточуючих споруд, розраховується за формулою :

$$r_c = K_2 \cdot K_c \cdot \frac{a}{N^{1/2}} \cdot \sqrt[3]{Q_{2,y.}}, \text{ м},$$

де: r_c - відстань від місця вибуху до об'єктів, які підлягають охороні м;

K_2 - коефіцієнт, який залежить від властивостей ґрунту на даній відстані біля фундаменту цих об'єктів (будинків, споруд); значення K_2 встановлено з таблиці 2, додат.8 ЕПБ, для умов кар'єра $K_2 = 15$;

K_c - коефіцієнт, який залежить від типу будинків (споруд) і характеру будівництва, значення якого встановлено з таблиці 3, додат.8 ЕПБ, K_c ;

a - коефіцієнт, який залежить від умов підривання, значення a встановлюють з таблиці 4.4, додат.8 ЕПБ; за умови примітки а) $a = 1,5$;

N - кількість груп зарядів; для типової серії $N = 2$;

Q_{2y} - найбільша маса зарядів в групі уповільнення; для найбільшої типової серії, кг.

На підставі зроблених розрахунків приймаємо радіус небезпечної зони більший з розрахованих і приймаємо $r = 500$ м.

Таблиця 2.2 - Розрахункові значення безпечних відстаней

Параметри	Україніт	Грамоніт–79/21	Акватол
Радіус небезпечної зони від розльоту шматків породи, $r_{разл}$, м	400	400	400
Радіус небезпечної зони від розльоту шматків породи для людей, $r_{разл}$, м	200	200	200
Безпечна відстань за дією ударно-повітряних хвиль, r_6 , м	263	225	270
Безпечна відстань за дією сейсмічних хвиль, r_c , м	500	500	500

2.9 Продуктивності устаткування

2.9.1 Загальні положення до розрахунку

В якості виймально-навантажувального обладнання на кар'єрі застосовується одноковшевий екскаватор Hitachi-520. Ці машини працюють як на видобувних, так і на розкривних горизонтах. Доставка розпушених гірських порід і розкривних порід здійснюється автосамоскидами вантажопідйомністю 27-40 т типу МАЗ-6501, КрАЗ-65055, МАЗ-6516 та БелАЗ-7522.

Буріння скельних порід - верстатами шарошечного буріння Atlas Copco.

Кількість виймально-навантажувального, транспортного і бурового обладнання визначено відповідно до норм технологічного проектування [1].

Кількість допоміжних механізмів бульдозерів Т-130 визначено виходячи з їх розрахункової продуктивності та проектних об'ємів робіт в кар'єрі.

2.9.2 Кількість обладнання на видобутку

Норма виробки на виїмку і навантаження корисної копалини в автосамоскиди на видобувному уступі (розпушені гранітні породи) екскаватором Hitachi-520 становить:

$$H_b = \frac{T_{см} - T_{пз} - T_{лн}}{T_{нс} + T_{ун}} \cdot Q_k \cdot n_k = \frac{480 - 35 - 20}{1,67 + 0,5} \cdot 3,2 \cdot 5 = 3133 \text{ м}^3 / \text{змін}$$

де: $T_{см}$ – тривалість зміни, хв.,

$T_{пз}$ – час на виконання підготовчо-заключних операцій, хв.; $T_{пз} = 35$ хв.;

$T_{лн}$ – час на особисті потреби, хв., $T_{лн} = 10$ хв.;

$T_{нс}$ – час навантаження одного автосамоскида, хв.;

$$T_{нс} = \frac{n}{n_{cy}} = \frac{5}{3} = 1,67 \text{ хв.};$$

n - число циклів екскавації для навантаження однієї машини,

n_{cy} - число циклів екскавації в хвилину, становить 3,0;

n_k - число ковшів в одному автосамоскиді;

$$n_k = \frac{C_m}{Q_k \cdot j} = \frac{40}{3,2 \cdot 2,67} = 4,7 - \text{прийнято } 5 \text{ ковшів}$$

C_m - вантажопідйомність автосамоскида, т;

Q_k - об'єм гірської маси в цілику в одному ковші, м³;

J - об'ємна вага, т/м³; дорівнює 2,67 т/м³;

$T_{ун}$ - час установки автосамоскида під навантаження, $T_{ун} = 0,2$ хв.

Кількість екскаваторів на видобутку корисної копалини

$$n = \frac{961,5}{3133} \cdot 1,25 = 0,38 \text{ од.}$$

Для забезпечення проектної продуктивності кар'єру по корисній копалині необхідно 1 екскаватор Hitachi-520 в роботі, а для транспортування приймаються автосамоскиди БелАЗ-7522.

На допоміжних роботах з обслуговування видобувних уступів застосовуються бульдозери. Продуктивність бульдозерів по породі в щільному стані визначається за формулою:

$$Q = \frac{3600 V_n a K_{bn} K_{укл}}{T_{ц} K_p}, \text{ м}^3 / \text{год},$$

де: V_n - об'єм породи переміщений відвалом бульдозера, м³;

l - довжина відвалу бульдозера, м;

h - висота відвалу бульдозера, м;

a - ширина призми переміщеної породи, м;

φ - кут природного укосу ґрунту (30-40°);

K_p - коефіцієнт розпушення породи;

a_n - коефіцієнт втрати порід в процесі, $a_n = 1 - l_n \beta$; де $\beta = 0,068-0,64$;

K_e - коефіцієнт використання в часі;

$K_{укл}$ - коефіцієнт, що враховує ухил на ділянці роботи (0,6).

Для бульдозера на тракторі Т-130 маємо:

$$V_n = 3,5 \text{ м}^3; \quad \beta = 0,025; \quad l_n = 30 \text{ м}; \quad K_{укл} = 0,6; \quad a_n = 1 - 30 \cdot 0,028 = 0,25;$$

Годинна продуктивність дорівнює:

$$Q_{T-130} \frac{3600 \cdot 3,5 \cdot 0,25 \cdot 0,9 \cdot 0,6}{49 \cdot 1,2} = 28,9, \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Бульдозери наведених вище типів передбачається використовувати на зачистці площадок, плануванні під'їздів до них, підтягуванні електрокабелю та ін. допоміжних роботах.

Обсяг планувальних робіт в зміну складає: - в забої 180 м³/зміну; - на під'їзних дорогах -220 м³/зміну, необхідна кількість бульдозерів:

$$N = \frac{220 + 180}{(21,7 + 28,9) \cdot 7,2} = 1,1 \text{шт}$$

Приймається в роботі безпосередньо на видобувних уступах - 1 бульдозер, на плануванні автошляхів - 1 бульдозер, що працює 1-2 години в зміну.

2.9.3 Потреба обладнання на розкривних роботах

На розкривних горизонтах (уступах м'якого + 150м, і скельного +145 м, розкриву) в роботі передбачається екскаватор Hitachi, що завантажує породи в автотранспорт БелАЗ -7522, бульдозери на базі трактора Т-130, які планують площадки, а також виконують зняття чорноземного шару і складування його в буртах. Навантаження порід ґрунтового-родючого шару проводиться розкривним екскаватором Hitachi в автосамоскиди БелАЗ-7522.

Продуктивність екскаватора Hitachi на розкриві

Норма його виробки в породах м'якого розкриву:

$$H_b = \frac{T_{см} - T_{см} - T_{лн}}{T_{лс} + T_{ун}} \cdot Q_k \cdot n_k = \frac{480 - 35 - 20}{5,1 + 0,5} \cdot 3,0 \cdot 13 = 2550 \text{ м}^3 / \text{зміну},$$

де $T_{ун}$ - категорія порід I; $T_{ун} = 0,5$ хв;

$$n_k = \frac{G_t}{Q_k \cdot f} = \frac{30}{2,7 \cdot 1,8} = 6,17 \text{ - прийнято 6 ковшів}$$

$$T_{лс} = 6 \cdot \frac{25}{60} = 5,1 \text{ хв.}$$

З урахуванням проектної продуктивності $0,764 \text{ м}^3/\text{змін}$ у маємо необхідну кількість екскаваторів на відпрацювання розкривних порід:

$$n_{\text{ебв}} = \frac{0,111}{1557} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ шт.}$$

Досить одного екскаватора з урахуванням резерву часу його роботи, додатково даний екскаватор може здійснювати видобувні роботи і роботи по руйнуванню негабаритних шматків граніту.

На виробництві обсягу порід розкриву (шару ґрунтово-родючих порід) і їх складування в бурти застосовується бульдозер Т-130. Необхідна кількість:

$$n_{\text{бс}} = \frac{0,46}{34,8 \cdot 7,2} = 0,002 \text{ шт.}$$

На кар'єрі є 1 бульдозер Т-130. Вони забезпечують необхідний (проектний) обсяг допоміжних робіт на кар'єрі.

2.10 Проектні рішення

Даною роботою запропоновано технологію ведення видобувних робіт із застосуванням мобільного дробильно-сортувального комплексу (установки) - МДСУ фірми - TEREX серії Finlay, яка призначена для переробки скельних порід та мають продуктивність яка забезпечить річний об'єм видобутку корисної копалини в умовах нашого кар'єру. Зазначений комплекс передбачається розташовувати у виробленому просторі кар'єру. Комплекс МДСУ складається з дробильної установки - Finlay і сортувального вузла - Finlay Supertrak. Отже в роботі розглянемо та порівняємо дві схеми: з використанням стаціонарного ДСЗ та мобільного дробильно-сортувального комплексу (установки) – МДСУ.

2.10.1 Технологічна схема переробки корисних копалин

Гірнична порода, що видобувається в кар'єрі йде на отримання щєбеневої продукції на обладнанні дробильно-сортувальні заводу (ДСЗ). Загальна потужність дробильно-сортувального заводу становить – 480 кВт/год.

Технологія переробки на ДСЗ: Вихідний матеріал для виробництва щєбеню є гірська маса розміром 0-600 мм, яка транспортується автосамосвалами з кар'єру і завантажується в приймальний бункер об'ємом 75 м³. Облік маси корисної копалини, що транспортується з кар'єру для переробки на дробильно-сортувальному заводі проводиться методом зважування на конвеєрних вагах ЄРМАК - 22, які встановлені на стрічковому конвеєрі № 3.

З приймального бункера гірська маса за допомогою вібраційного живильника з колосниковим грохотом TELSMITH VGF 48×20 подається на щєкову дробарку первинного дроблення TELSMITH 3648. Дроблена маса розміром 0-150 мм по ЛК-3 подається на двоситний вібраційний грохот KPI-JCI 6203-32 LP, на якому виділяється пісок з відсіву дроблення крупністю 0-10 мм з глинистими домішками, який по ЛК-4 та ЛК-8 подається на склад.

Надрешітний продукт віброгрохота KPI-JCI 6203-32 LP розміром 10-150 надходить по ЛК-5 в накопичувальний бункер конусної дробарки TELSMITH 52SBS. Контроль подачі здійснює диспетчер зміни, управління живильником щєкової дробарки здійснює оператор дробарки. Безперервна подача продукту забезпечить постійне завантаження конусної дробарки, роботу під навалом.

Заповнення дробарки під навалом контролюється автоматично датчиками наповнення. Продукт дроблення КД по ЛК-6 надходить на вузол просівання № 3, де розташовані два паралельних грохот 6×16 QD VIBRO-KING TL SCREEN звідки щєбінь фр.20-40 мм по ЛК-9 надходить на склад готової продукції № 1. Щєбінь фр. 5-20 мм по ЛК-10 надходить на склад № 2, а щєбінь фр.5-10 мм по ЛК-11 відправляється на склад №3. Продукція фр.0-5 мм надходить по ЛК-13 на грохіт TELSMITH SPEECMAKER 6×20 де пісок з відсіву дроблення розділяється на фракції 0-2 і 2-5, які надходять на склад відповідно по ЛК-14 і ЛК- 12. У сиру погоду, коли розсівання проводити не можливо, не розділена фракція 0-5 мм подається по ЛК-12.

2.10.2 Технологічна схема внутрішньокар'єрної переробки корисної копалини

В результаті аналізу чинного технологічного процесу переробки гірничої маси, а також транспортування її на ДСЗ на відстань 0,9 км встановлена доцільність застосування самохідних дробильно-сортувальних установок, які передбачається розміщувати в забої, а готову продукцію відправляти частину споживачам, а частину складувати в внутрішньокар'єрних тимчасових складах. З цією метою можна застосувати мобільні дробильно-сортувальні установки на гусеничному ході таких відомих виробників: Metso Minerals, POSCH, Kleemann, TEREX і ін.

Аналізуючи проектну продуктивність підприємства, бачимо що проектна потужність становить 250 тис.м³/рік, при роботі в 260 робочих днів в рік при 1 змінному режимі по 8 год. - годинна продуктивність кар'єра становить 120,2 м³/год. (320 т/годину). Для даної продуктивності підберемо технологічну схему переробки із застосуванням МДСУ фірми TEREX серії Finlay, що мають продуктивність в діапазоні від 300 до 400 т/годину. Комплекс МДСУ складається з дробильної установки - Finlay J-1160 (224 кВт/год.) і сортувального вузла - Finlay 984 2 D (83 кВт/год.) [11-14]. Загальний вигляд МДСУ TEREX наведено на рисунку 2.2.



Рис. 2.1 – Загальний вид комплексу TEREX Finlay J-1160 + Finlay 984

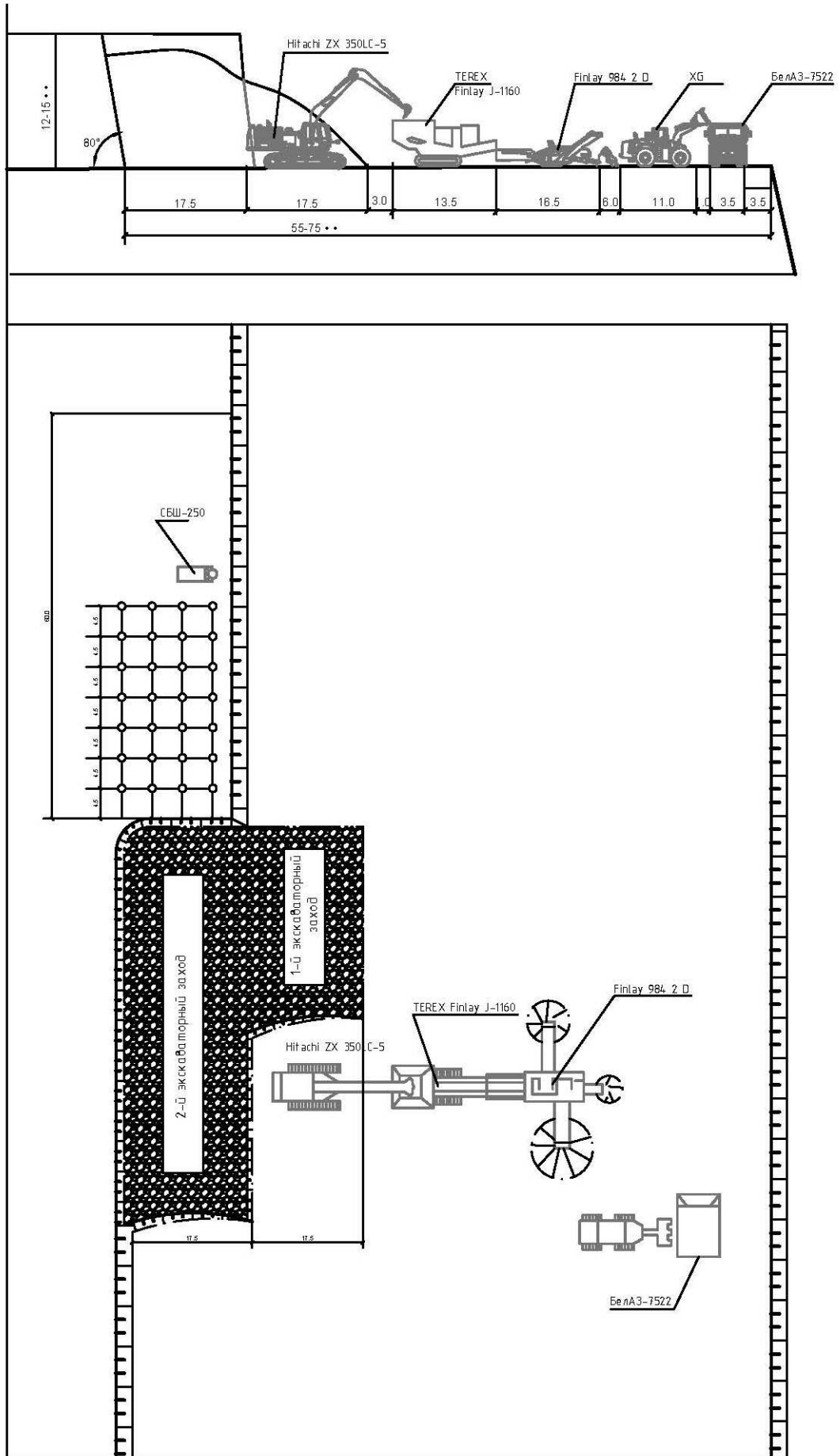


Рис. 2.2 – Параметры рабочей площадки для установки комплекса МДСУ

2.11 Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень

2.11.1 Витрати по існуючому варіанту

Витрати на транспортування корисної копалини (КК) на ДСЗ при використанні в якості транспортного засобу автосамоскида БелАЗ-7522 (30 т) складуть:

– Відстань транспортування до ДСЗ $L_{mp} = 0,9$ км .

– Відстань транспортування до ДСЗ і назад в забій:

$$L_{mp}^{об} = 0,9 \times 2 = 1,8 \text{ км} .$$

– Кількість ходок автосамоскида при транспортуванні річного об'єму перевезення корисних копалин:

$$N_{ходок} = \frac{Q_{ни} \times \gamma_{cp}}{Q_{a.ф.}} = \frac{250000 \times 2,67}{30} = 22250 \text{ ходки} ;$$

де $Q_{ни}$ – річна продуктивність кар'єра по КК, м³;

γ_{cp} – середня щільність КК, т/м³;

$Q_{a.ф.}$ – фактична вантажопідйомність автосамоскида БелАЗ-7522, т.

– Сумарний пробіг автосамоскида при перевезенні річного об'єму КК:

$$L_{mp.год} = N_{ходок} \times L_{mp}^{об} = 22250 \times 1,8 = 40050 \text{ км} ;$$

– Річні витрати дизельного палива складуть:

$$Q_{д.т.} = L_{mp.год} \times H_p = 40050 \times 1,25 = 50062,5 \text{ л} .$$

де H_p – нормативні витрати палива на 100 км пробігу, дорівнюють 125 л.

– Річні витрати на дизельне паливо:

$$Z_{д.т.} = Q_{д.т.} \times C = 50062,5 \times 45 = 2252,8 \text{ тис.грн} .$$

Сумарні витрати на транспортування КК на ДСЗ наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Витрати на перевезення КК на ДСЗ з кар'єру

Вид матеріалу	Од. вим.	Норма витрати на 100 км	Планова на витрата	Ціна одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
Дизельне паливо	л.	125	50062,5	45	2252812,5
Масильні і обтиральні матеріали	л.	15	6007,5	95	570712,5
Витрати на покришки	шт.	2,94	5,88	33000	194040,0
Всього					3017565,0
Інші матеріали разового користування			- 1,5%		45271580,8
Матеріали тривалого користування			- 5%		
Невраховані матеріали			- 2,5%		
РАЗОМ					3289145,8

Таблиця 2.4 – Розрахунок витрат на переробку КК на ДСЗ

Вид матеріалу	Од. вим.	Норма витрати на м ³	Планова на витрата	Ціна одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
Електроенергія	кВт/год	3,75	937500	5,8	5437500
Масильні і обтиральні матеріали	л.	0,007	3500	75	262500
Витратний матеріал (стрічка, решета, плита)	шт.	0,0025	2500	5700	14250000
Всього					19950000
Інші матеріали разового користування			- 1,5%		1795500
Матеріали тривалого користування			- 5%		
Невраховані матеріали			- 2,5%		
РАЗОМ					21745500

Таблиця 2.5 – Сумарні експлуатаційні витрати за існуючою технологічною схемою переробки КК

Вид витрат	Сума, грн.
Витрати на транспортування КК на ДСЗ	3289145,8
Витрати на переробку КК на ДСЗ	21745500
Амортизаційні відрахування по ДСЗУ (10%. 10 років роботи)	350000
РАЗОМ	25384645,8
Собівартість грн./т	101,54

2.11.2 Витрати за проектним варіантом

Витрати на транспортування готової продукції в тимчасові внутрішні склади:

– Відстань транспортування до МДСУ $L_{mp} = 50 \text{ м}$.

– Відстань транспортування до МДСУ і назад в забій:

$$L_{mp}^{об} = 25 \times 2 = 0,05 \text{ км}.$$

– Кількість ходок навантажувача на виконання річного об'єму видобутку

КК:

$$N_{ходок} = \frac{Q_{ми}}{Q_{н.ф.}} = \frac{250000 \times 2,67}{4,5} = 148333 \text{ ходки};$$

де $Q_{н.ф.}$ – фактична вантажопідйомність навантажувача, т.

де V_k – об'єм ковша навантажувача, м^3 ;

K_n – коефіцієнт наповнення ковша;

K_p – коефіцієнт розпушення в ковші.

– Сумарний пробіг навантажувача:

$$L_{mp.год} = N_{ходок} \times L_{mp}^{об} = 148333 \times 0,05 = 7417 \text{ км};$$

– Час роботи навантажувача при виконанні річної продуктивності:

$$T_{год} = L_{mp.год} / V_{cp} = 7417 / 25 = 370,85 \text{ часов};$$

t_{ϕ} – час циклу виймально-навантажувальних робіт навантажувача, при його робочій швидкості 15 і 20 км/год., хв.

– Річні витрати дизельного палива складуть:

$$Q_{д.м.} = T_{год} \times H_p = 370,85 \times 14 = 5192 \text{ л};$$

H_p – годинна норма витрати дизельного палива навантажувачем становить 10-17 л/год.

– Річні витрати на дизельне паливо:

$$З_{д.м.} = Q_{д.м.} \times Ц = 5192 \times 45 = 233,6 \text{ тис.грн}.$$

Таблиця 2.6 – Експлуатаційні витрати на перевезення КК в склади

Вид матеріалу	Од. вим.	Норма витрати на 100 км	Планова на витрата	Ціна одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
Дизельне паливо	л.	14	5192	45	233635,5
Масильні і обтиральні матеріали	л.	1,75	437,5	95	41562,5
Витрати на покришки	шт.	0,2	0,4	33000	13200,0
Всього					288398,0
Інші матеріали разового користування			- 1,5%		25955,8
Матеріали тривалого користування			- 5%		
Невраховані матеріали			- 2,5%		
РАЗОМ					314353,8

Таблиця 2.7 – Розрахунок витрат на переробку КК на МДСУ

Вид матеріалу	Од. вим.	Норма витрати на м ³	Планова на витрата	Ціна одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
Електроенергія	кВт/год	3,44	860000	5,8	4988000
Масильні і обтиральні матеріали	л.	0,003	1500	75	112500
Витратний матеріал (стрічка, решета)		0,0025	1750	5700	9975000
Всього					15075500
Інші матеріали разового користування			- 1,5%		1356795
Матеріали тривалого користування			- 5%		
Невраховані матеріали			- 2,5%		
РАЗОМ					16432295

Таблиця 2.8 – Сумарні експлуатаційні витрати по проектному варіанту з переробкою КК на МДСУ

Вид витрат	Сума, грн.
Витрати на транспортування КК на склад	314353,8
Витрати на перевезення КК к МДС с інших горизонтів	1257415,2
Витрати на переробку КК на МДСУ	16432295
Амортизаційні відрахування по МДСУ (5%. 20 років роботи) Вартість МДСУ 3,2 млн. \$ (86,4 млн. грн.)	4320000
РАЗОМ	22324064
Собівартість грн./м ³	89,29

2.11.3 Техніко-економічні показники проекту

Показники	Величина показника		Відхилення
	Базовий варіант	Проектний варіант	±%
Тип корисної копалини	монценіти		
Переробка КК	ДСЗ	МДСУ	
Виробнича потужність кар'єра по корисній копалині, тис.м ³			
річна, тис. м ³	250		-
годинна, м ³ /т	120,2 / 312,5		-
Витрати на перевезення КК до ДСЗ	3289145,8	1257415,2	-61,8 %
Витрати на перевезення КК в склади		314353,8	+100 %
Витрати на переробку КК	21745500	16432295	-24,4 %
Амортизаційні відрахування	350000	4320000	+1134 %
РАЗОМ	25384645,8	22324064	-12,1 %
Собівартість грн/т	101,54	89,29	-12,1 %

В результаті економічних розрахунків бачимо, що застосування більш нового і сучасного обладнання більш економічно, так як МДСУ можна розмістити в кар'єрі, що скоротить відстань транспортування корисної копалини до місця переробки і значно зменшить експлуатаційні витрати. Собівартість транспортного та дробильно-сортувального процесу виробництва знизиться на 24,4 %.

В результаті розрахунків бачимо, що питомі витрати знижуються на 12,25 грн/ м³, що становить понад 12 %. Загальна річна економія складе:

$$E = 12,3 \times 250000 \approx 3,1 \text{ млн.грн / рік .}$$

3 КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ

3.1 Транспорт

Автомобільний транспорт

Для транспортування гірничої маси на кар'єрі передбачені автосамоскиди вантажопідйомністю 27-40 т типу МАЗ-6501, КрАЗ-65055, МАЗ-6516 та БелАЗ-7522. Їх кількість на ділянках кар'єра визначено вище. Середня відстань переміщення становить: розкривних порід -450 м; гранітної гірничої маси - 900м. Робочий парк автосамоскидів на кар'єрі - 4 шт.; інвентарний парк - 5 шт.

Залізничний транспорт

Залізничний транспорт застосовується для вивезення готової продукції від дробильно-сортувального заводу до споживачів. Навантаження щебеневої продукції здійснюється зі складів готової продукції загальною ємністю 900 м³ в залізничні напіввагони - хопери, думпкари і ін. різної вантажопідйомності і безпосередньо в зазначені вагони з стрічкових конвеєрів ДСЗ.

3.2 Пропускна і провізна здатність

Пропускна здатність автодороги залежить в основному від швидкості і числа смуг руху, визначається за формулою [1-7]:

$$N = \frac{1000 \times V \times n \times K_{\text{нер}}}{l_{\text{б}}} = \frac{1000 \times 25 \times 2 \times 0,7}{60} = 584 \text{ автосамоскидів}$$

де $K_{\text{нер}}$ – коефіцієнт нерівномірності руху автомобілів;

V – швидкість руху автосамоскида, км/год.;

n – число смуг руху в одному напрямку;

$l_{\text{б}}$ – безпечна відстань між автосамоскидами.

Провізна здатність автодороги - це кількість вантажу, яка може бути перевезена в одиницю часу, визначається за формулою [1-7]:

– для автосамоскида БелАЗ-7522:

$$M_{(БелАЗ-7522)} = \frac{N \times m_{ном}}{K_{рез}} = \frac{584 \times 30}{2} = 8760 \text{ т/годину};$$

де $K_{рез}$ – коефіцієнт резерву провізної здатності ($K_{рез} = 1,75 \div 2$);

$m_{ном}$ – номінальна вантажопідйомність автосамоскида, т.

3.3 Продуктивність та кількість устаткування на видобутку

Норма виробки одного автосамоскида БелАЗ-7522:

$$H_{об} = \frac{T_{ож} - T_{пз} - T_{эни}}{T_{об}} \cdot Q_c, \text{ м}^3/\text{зміну},$$

де: $T_{об}$ - час одного обороту, хв;

$$T_{об} = 2 T_{об} \cdot l \cdot \frac{60}{v_c} + T_{ног} + T_p + T_{уп} + T_{ур}$$

l - середня відстань в один кінець, км, на видобутку $l = 1700$ м;

V_c - середня швидкість руху, км/год, по автодорозі від ДСЗ до кар'єру (1700 м) - 30 км/год, від кар'єру до ДСЗ - 20 км/год.

T_p - час розвантаження автосамоскида, хв, $T_p = 1$ хв;

$T_{ож}$ - час очікування автосамоскида у екскаватора, хв $T_{ож} = 3$ хв;

$T_{ур}$, $T_{уп}$ - час установки екскаватора під розвантаження і завантаження, хв.;

$T_{уп} + T_{ур} = 3$ хв.;

$$T_{об} = 1,7 \cdot \frac{60}{30} + 1,7 \cdot \frac{60}{20} + 1,6 + 1 + 3 + 3 = 17,1 \text{ хв.}$$

$$H_{в авт} = \frac{720 - 85 - 20}{17,1} \cdot 15 = 539,5 \text{ м}^3 / \text{зміну}.$$

З урахуванням коефіцієнта використання автосамоскидів 0,94 і коефіцієнта добової нерівномірності перевезень 1,1 робочий парк автосамоскидів:

– для автосамоскида БелАЗ-7522:

$$n_{БелАЗ-540} = \frac{Q_{к.см.а}}{H_g} \cdot K_{рез} = \frac{961,5}{539,5} \cdot \frac{0,94}{1,1} = 1,5 \text{ од. приймаємо 2 од.}$$

Прийнято 2 автосамоскида БелАЗ-7522 для забезпечення роботи видобувних уступів. Інвентарний парк - 3 автосамоскида БелАЗ -7522.

3.4 Продуктивність та кількість устаткування на розкриві

Норма вироблення одного автосамоскида при доставці розкривних порід у відвал:

$$H_b = \frac{T_{см} - T_{нз} - T_{нн}}{T_{об}} \cdot Q_a = \frac{720 - 35 - 20}{12,18} \cdot 15 = 818,9 \text{ м}^3/\text{см},$$

$$T_{об} = 2 \cdot 1 \frac{60}{v_a} + T_{ног} + T_p + T_{ож} + T_{yn} + T_{yp}, \text{ де } l=1 \text{ км};$$

$$T_{об} = 2 \cdot 0,8/20 + 5,1 + 1 + 3 + 3 = 12,18 \text{ хв.}$$

З урахуванням коефіцієнта використання автосамоскидів робочий парк на перевезення у зовнішній відвал:

$$n_{ав} = \frac{0,111}{532,2} \times \frac{0,94}{1,1} = 0,001 \text{ шт.}$$

Приймається 1 автосамоскид, з урахуванням резерву інвентарний парк становить 1 автосамоскид БелАЗ -7522 на виробництві розкривних робіт.

3.5 Автодороги

Конструкція внутрішньокар'єрних покращених автодоріг скоригована справжнім проектом. Використовуються автодороги з двосмуговим рухом (ширина проїжджої частини згідно СніП 2.05.07 -91 дорівнює 10 м, а з урахуванням узбіч ширина земляного полотна дороги -13м (двосмуговий).

Земляне полотно автодоріг відсипається з щебеню або дрібних фракцій гранітів потужністю до 10-15 см. Радіус кривизни автодоріг в плані дорівнює не менше 20м при розрахунковій швидкості руху автосамоскида до 20 км/год., поздовжній ухил не перевищує 0,080.

Ширина транспортних берм на уступах, ковзних з'їздів визначена у розділі 2 і становить 21 м (двосмуговий).

Уздовж автодоріг на горизонтах з боку зовнішнього укосу уступу (виробленого простору) формуються орієнтуючий (запобіжний) породний вал

висотою не менше 1 м і шириною по основі 2,5-3 м. Породи з яких споруджується вал - скельна гірнична маса розміром до 70-100 мм .

Всі інші параметри земляного полотна, узбіч і смуг для збору осипів визначаються вимогами СНіП 2.05.07-91 і повинні строго витримуватися технічним керівництвом кар'єра при влаштуванні автодоріг категорії III-к.

3.6 Організація перевезень гірничої маси кар'єрним автотранспортом

Передбачено, що порядок подачі автосамоскидів до конкретного виймально-навантажувального механізму визначає технічний керівник гірничих робіт на кар'єрі, їм же визначається тип і кількість автомашин закріплених до одного механізму на зміну.

У літній період часу ділянки кар'єрних та інших автошляхів, по яких переміщається гірська маса до відвалу, складу або вантажної рампи періодично, у міру необхідності, плануються бульдозером, і ін. технікою, а також поливаються водою. Витрата води на одне поливання 0,3 л/м² для доріг з удосконаленим покриттям (асфальтованих, викладених бруківкою) і 0,5 л/м² для доріг з ґрунтовим (піщаним і щебеним) покриттям.

Поливання кар'єрних доріг в особливо жаркий період передбачено здійснювати 20-30% розчином хлористого кальцію в два цикли: перший три поливи з витратою 1,2-2,5 л/м²; другий через місяць після першого циклу - один полив з витратою 0,3-1,0 л/м². Термін дії такого поливу 1,5 місяця.

Покращення ґрунтового покриття автодоріг забезпечується шляхом підсипання земляного полотна шаром суглинку (потужністю 0,25-0,3 м) з подальшим укочуванням, а також пісків і щебеню. Вибіони, що з'являються на дорогах засипаються зазначеними матеріалами.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці і техніка безпеки

Кваліфікаційна робота виконана з умовою дотримання всіх основних вимог і правил з охорони праці і промсанітарії, які обумовлені діючими нормативами, а також правилами безпеки і правилами технічної експлуатації: НПАОП 0.00-1.24-10 Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Для забезпечення дотримання норм охорони праці і техніки безпеки проектом зокрема передбачається виконання таких заходів:

1. Всі робітники, що отримують допуск до роботи в кар'єрі, зобов'язані пройти з відривом від виробництва попереднє навчання з охорони праці, техніки безпеки і скласти іспити за затвердженою програмою.

2. У приміщенні нарядної кімнати кар'єра на видних місцях повинні знаходитися плакати і попереджувальні написи з техніки безпеки.

3. Забезпечується устрій огорож навколо бортів кар'єру, уздовж брівок уступів, складів і відвалів на яких ведуться роботи.

4. Місця в кар'єрі, небезпечні для пересування людей (вхід у в'їзну траншею, склади і відвали, територія вздовж доріг) повинні бути облаштовані попереджувальними плакатами.

5. Розвантаження автосамоскидів на відвалі, під борт кар'єру повинно проводитися за межами призми обвалення, яка проектом встановлена не менше 1 м (при куті укосу 32°) відвалів, складів, уступів; 3 м – при куті укосу борту 35° і 4-5 м на робочих уступах з кутом укосу 45° .

6. Відповідальним по технагляду на ділянці робіт механізмів і людей в кар'єрі є майстер, вказівка якого обов'язкова для всіх працюючих. Перед початком роботи зміни він ретельно перевіряє стан робочих місць і лише за відсутності яких-небудь порушень, вимог і норм правил безпеки і охорони праці дозволяє виконання робіт.

7. Ширина робочого майданчика на уступах, складах і відвалі повинна забезпечити розміщення гірничого і транспортного устаткування за межами призми обвалення порід.

8. Гірничі і транспортні машини повинні утримуватися в справленому стані і бути забезпечені гальмами, що безвідмовно діють, звуковими сигналами, а також мати огорожі доступних рухомих частин і освітлення.

9. Вживані на механізмах троси різного призначення повинні відповідати паспорту. Підйомні, підтяжні та інші канати підлягають огляду у встановлені терміни.

10. Експлуатація екскаваторів вимагає строгого дотримання спеціальних вимог. Під час роботи екскаватора люди, (включаючи і обслуговуючий персонал) повинні знаходитися поза зоною руху його ковша. Робота екскаватора над козирком і навісами уступів забороняється. Якщо є загроза обвалення частини робочого майданчика роботи негайно припиняються, а екскаватор відводиться через наявний вільний прохід у безпечне місце. У неробочий час ківш екскаватора повинен бути опущений на землю, кабіна замкнута. При пересуванні екскаватора ківш повинен бути спорожнений і повинен знаходитися не вище за 1 м від землі, а стріла екскаватора встановлюється по ходу.

11. При роботі бульдозерів відстань від краю гусениць до брівки укосу повинна бути не менше 1,5 м. Максимальні кути укосу вибою бульдозера не можуть перевищувати на підйом 25 град. і під уклін 30 град. Не дозволяється залишати бульдозер з працюючим двигуном без нагляду, ставати на підвісну раму і відвальний пристрій. При ремонті, огляді, змащуванні і регулюванні, двигун повинен бути зупинений, а відвал опущений.

12. При знаходженні автотранспорту на автодорогах у кар'єрі видимість автомобіля повинна бути на відстані не менше 50м, а дороги 30м. Ширина проїжджої частини дороги, радіуси кривих визначені проектом, і повинні неухильно дотримуватися. Зимою автодороги повинні бути регулярно очищені від снігу, а на закругленнях і ділянках з ухилом – посипані піском, щебенем або відсівом.

13. Влітку, в цілях боротьби з пилом, внутрішньодільничні дороги повинні бути періодично политі водою. Кабіни автосамоскидів повинні бути обладнані козирками. Якщо такі відсутні, то під час навантаження водій автосамоскида повинен встановити машину так, щоб кабіна знаходилася поза радіусом дії ковша екскаватора, вийти з кабіни і віддалитися в безпечне місце.

4.2 Промислова санітарія

У відповідності до Закону України про охорону праці, „Правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом” проектом передбачено:

- Забезпечення кар’єру необхідним медичним устаткуванням і медикаментами першої допомоги постраждалим здійснюється згідно існуючих санітарних нормативів.

- Забезпечення всіх працюючих у кар’єрі питною водою згідно з ДСТУ 7525:2014 та ДСанПіН 2.2.4-171-10.

- Забезпечення спецодягом згідно з ГОСТ 12.4.099, ГОСТ 12.4.100, ГОСТ 27651-88, ГОСТ 27653-88, спецвзуттям згідно з ГОСТ 12.4.162-85, засобами індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.013, ГОСТ 12.4.051, ГОСТ 12.4.002, ГОСТ 12.4.010.

Для прийняття їжі та укриття під час негоди використовуються побутові приміщення обладнані згідно зі ДБН В.2.5-67:2013 та ДБН В.2.2-28:2010, які повинні бути на території проммайданчика. Тут же обладнаний туалет на одне очко, виконаний за типовим проектом.

У будинках і приміщеннях необхідно додержуватись вимог Правил санітарії та пожежної безпеки приміщень згідно з НАПБ Б.03.002-2007 та ГОСТ 12.2.004. Всі санітарно-побутові приміщення мають стаціонарне опалення, проточно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує вміст шкідливих домішок в повітрі цих приміщень в межах, передбачених Держстандартами. Побутові приміщення (типові побутові вагончики), до складу яких входять: гардероби для робочого й верхнього одягу, приміщення для сушіння і знепилення робочого одягу, душові, кип’ятильна станція для питної води, їдальня, приміщення для укриття в негоду, біовбиральні, розташовані на ділянках кар’єру.

Інші основні заходи щодо промсанітарії включають:

- всі працюючі проходять щорічно технічний інструктаж з промсанітарії, промислової і особистої гігієні, а також з надання першої невідкладної допомоги постраждалим на робочому місці;

- щорічно працюючі в кар’єрі проходять профогляд і флюорографію.

4.3 Протипожежні заходи

Протипожежні заходи на проєктованих об'єктах кар'єру полягають у наступному:

1. Всі механізми (індивідуально) комплектуються вогнегасниками вуглекислотними ОУ-5 і порошковими ОП-5, які повинні проходити систематичну перевірку і випробування. На об'єкті всі вогнегасники повинні розміщуватися згідно ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування. Правила експлуатації вогнегасників, затвердженого наказом № 152 від 02 квітня 2004 р.

2. Вогнегасники слід розміщувати в легкодоступних і видних місцях, а також поблизу місць, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від дії сонячних променів і нагрівальних пристроїв, а також хімічно агресивних речовин (середовищ), які можуть негативно відобразитися на їх працездатності. Вогнегасники в місцях розміщення (у будівлях і приміщеннях, біля входів і виходів з них, в коридорах) не повинні створювати перешкод під час евакуації людей. Переносні вогнегасники розміщуються шляхом навішування за допомогою кронштейнів на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатньою для їх повного відкриття або встановлюються в пожежні шафи пожежних кранів, на пожежні щити або стенди, підставки або спеціальні тумби.

3. Підходи до місць вогнегасників повинні бути завжди вільні.

4. Для позначення місця знаходження вогнегасника на об'єктах повинні встановлюватися вказівні знаки згідно ДСТУ. Знаки розміщують на видних місцях на висоті 2,0-2,5 м від рівня підлоги як усередині, так і ззовні приміщень.

5. Промисловий майданчик комплектується відповідними вогнегасниками, а поряд встановлюються щити з протипожежним інвентарем і ящики з піском.

6. На вказаних щитах, стінах тепляків і біля вогнегасників, на механізмах, навішуються плакати, що інформують, як користуватися вогнегасниками і ін. протипожежним інвентарем.

7. Кожен працівник кар'єру повинен знати способи сповіщення всіх працюючих про пожежу, мати можливість виклику найближчого підрозділу державної пожежної служби (ДСНС).

8. На кар'єрі повинне бути заборонене розведення відкритого вогню поблизу механізмів, тепляка і ін. пожежонебезпечних об'єктів.

9. Зберігання пального, змащувальних і обтиральних матеріалів дозволяється тільки в справних ємкостях, що щільно закриваються.

У разі виникнення пожежі, ліквідація її здійснюється по обов'язковому для кожного підприємства плану ліквідації аварій і пожеж.

4.4 Протиаварійний захист

Характерними джерелами аварій на окремих виробничих процесах у кар'єрі є:

- при добуванні та транспортуванні гірничої маси – транспорт, що рухається, і падіння гірничої породи з транспорту;

- при ремонті гірничого устаткування – деталі машин і механізмів, падіння людей з висоти;

- при експлуатації, ремонті й обслуговуванні кар'єрних електроспоживачів – ураження електричним струмом і падіння людей з висоти;

- при будівництві й ремонті внутрішньокар'єрних автомобільних шляхів – транспорт, що рухається, шматки дорожнього матеріалу, що розлітаються від механічного впливу;

- при неналежному забезпеченні стійкого стану бортів кар'єру протягом усього терміну його існування, стійкості уступів і відвалів – руйнування бортів, зсуви, обвалення гірничої маси, перевищення кутів укосу, перевищення висоти уступів, не дотримання ширини робочих площадок і запобіжних берм;

- затоплення кар'єру – відсутність водовідвідних нагірних каналів;

- при забрудненні атмосферного повітря шкідливими газами – машини та механізми;

- пилоутворення на кар'єрі та кар'єрних автодорогах – машини та механізми.

4.5 Програма наступного контролю безпеки

Безпосередня організація контролю з техніки безпеки й здійснення повсякденного контролю за виконанням заходів щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці покладаються на службу техніки безпеки, підлеглу головному інженеру кар'єру.

Працівники служби техніки безпеки підприємства аналізують причини виробничого травматизму й захворюваності; розробляють заходи щодо створення умов праці, що відповідають вимогам правил техніки безпеки й нормам промислової санітарії, а також контролюють їхнє впровадження; беруть участь у комісіях із прийому по експлуатації завершених будівництв чи реконструйованих промислових об'єктів; контролюють проведення попереднього навчання й організують інструктажі з техніки безпеки.

Профілактична робота з охорони праці включає:

- підвищення безпеки технологічних процесів і устаткування, в результаті впровадження нової високопродуктивної й безпечної техніки;
- підвищення оснащення підприємства сучасними технічними засобами безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії;
- підвищення кваліфікації робітників, інженерно-технічних працівників і службовців в області охорони праці;
- зміцнення технологічної і трудової дисципліни, строге виконання вимог правил техніки безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії;
- контроль за станом охорони праці в усіх технологічних ланках виробництва.

При виконанні намічених проектом заходів з охорони повітряного та водного басейнів, виконанні правил безпеки, охорони надр, ДБН, СНИП та інших нормативних документів, рекультивації земель забезпечується мінімальний вплив гірничих робіт на навколишнє середовище, запобігання деградації навколишнього середовища, забезпечується екологічно безпечна господарська діяльність кар'єру, не порушуються благоприємні перспективи соціально екологічного розвитку регіону, виключається загроза для життя та здоров'я населення.

Для контролю за станом повітря на кар'єрі кожного кварталу проводиться відбір проб для аналізу повітря на вміст у ньому шкідливих газів та пилу у відповідності з „Інструкцією по визначенню запиленості та загазованості повітря кар'єрів” згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005 та ГОСТ 12.1.007.

Вміст пилу та шкідливих домішок у повітрі робочої зони кар'єру не повинен перевищувати нормативних значень, передбачених санітарними нормами і „Правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом”.

Для контролю за станом вихлопних газів, які виділяються при роботі кар'єрних машин з двигунами внутрішнього згорання, кожного місяця проводиться забір проб газу та їх аналіз, а також регулювання двигунів з метою зниження виділення шкідливих газів.

Один раз в місяць і після злив проводиться аналіз кар'єрної води на вміст у ній розчинних часток (речовин) та мінеральних часток, вміст яких не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій (ГДК).

Контроль за виконанням робіт по рекультивації здійснюється госпорганами району, а також органами Держнагляду.

Контроль за якістю води, яка використовується на господарські й питні потреби, повинен регулярно проводитися місцевими органами санітарного нагляду. Періодичність перевірки визначається при експлуатації кар'єру за місцевими умовами.

Контроль за якістю і кількістю викидів забруднюючих речовин передбачається за допомогою реєструючих приладів у відповідності з „Типовою інструкцією по організації системи контролю промислових викидів в атмосферу в галузях промисловості.

Контроль проводиться по договору з районними та іншими організаціями СЕС у погоджені терміни.

ВИСНОВКИ

Мета кваліфікаційної роботи: розробити ефективну технологію видобувних робіт в умовах розробки Петровського родовища гранітів.

У представленій роботі наведено короткий опис сучасного стану гірничих робіт на кар'єрі. Наведено розрахунок основних параметрів системи розробки. Розглянуто питання проведення буро-вибухових робіт в приконтурній зоні кар'єру, що забезпечує цілісність прибортового масиву і зменшує водоприток з боку річки. Запропоновано технологію ведення видобувних робіт із застосуванням мобільного дробильно-сортувального комплексу (установки) - МДСУ фірми - TEREХ, що має продуктивність яка забезпечить річний об'єм видобутку та переробки корисної копалини, який розташований безпосередньо у виробленому просторі кар'єру на концентраційному горизонті. Комплекс МДСУ складається з дробильної установки - Finlay J-1480 і сортувального вузла - Finlay 984 + Supertrak. Наведено параметри системи розробки при застосуванні МДСУ, а також розраховані експлуатаційні витрати по транспортному та дробильно-сортувальному циклу виробництва готової продукції.

В результаті проведення техніко-економічної оцінка прийнятих технологічних рішень та розрахунків бачимо, що застосування більш нового і сучасного обладнання більш економічно, так як МДСУ можна розмістити в кар'єрі, що скоротить відстань транспортування корисної копалини до місця переробки і значно зменшить експлуатаційні витрати. Собівартість транспортного та дробильно-сортувального процесу виробництва знизиться на 24,4 %.

В результаті розрахунків бачимо, що питомі витрати знижуються на 12,25 грн/ м³, що становить понад 12 %. Загальна річна економія складе:

$$E = 12,3 \times 250000 \approx 3,1 \text{ млн.грн / рік .}$$

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Норми технологічного проектування підприємств промисловості нерудних будівельних матеріалів. – Л.: Видавництво з будівництва, 1977.–366 стор.
2. Будівельні норми і правила. Промисловий транспорт. СНіП 2.05.07–91.–М.: Госстрой ССРСР, 1991. –82 с.
3. Правила технічної експлуатації для підприємств, що розробляють родовища у відкритий спосіб.
4. Новожилов М.Г. Технологія відкритої розробки, т. 1, 2. М.,1971.
5. Мельников Н.В. Короткий довідник з відкритих гірничих робіт. 1982, 414 с.
6. Єдині правила безпеки під час вибухових робіт.
7. Ржевский В.В. Відкриті гірничі роботи. – М.: Недра, 1985.
8. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. – Харків.: Індустрія, 2010. 103 с.
9. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».
10. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 184 Гірництво, спеціалізація «Відкрита розробка родовищ». Собко Б.Ю., Пчолкін Г.Д., Ложніков О.В., Анісімов О.О.; Міністерство освіти і науки України: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
11. Symonenko, V. I., Haddad, J. S., Cherniaiev, O. V., Rastsvietaiev, V. O., & Al-Rawashdeh, M. O. (2019). Substantiating Systems of Open-Pit Mining Equipment in the Context of Specific Cost. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series D*. <http://doi:10.1007/s40033-019-00185-2>.
12. Симоненко В.І., Павличенко А.В., Анісімов О.О., Бондаренко А.О., Черняєв О.В., & Гриценко Л.С. (2022). *Технологія екологобезпечної відкритої розробки нерудних родовищ твердих корисних копалин*. Дніпро: Журфонд, 365 с. ISBN 978-966-934-366-6. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/161914>.
13. Symonenko, V., Hrytsenko, L., & Cherniaiev, O. (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10(4), 68-73. http://mining.in.ua/2016vol10_4_10.html.
14. Symonenko, V., & Cherniaiev, O. (2017). Optimization of application of technological schemes for transportation mountain mass at the development of granite deposits. *Collection of research papers of the national mining university*, (52). 109-114.